

С. В. Сараев

ВЕНД И КЕМБРИЙ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: СТРАТИГРАФИЯ, СЕДИМЕНТОЛОГИЯ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

С. В. Сараев, А. В. Хоменко, Т. П. Батурина,
Г. А. Карлова, В. А. Кринин

(Институт геологии нефти и газа СО РАН,
Комитет природных ресурсов по Красноярскому краю)

ВВЕДЕНИЕ

Сведения о домезозойских отложениях юго-востока Западной Сибири до настоящего времени были весьма незначительными. Они базировались на сейсмических данных, свидетельствующих о том, что под мезозойским чехлом залегает слоистая, возможно, соленосная толща осадочных пород, и на результатах бурения отдельных глубоких скважин, вскрывающих лишь верхнюю часть палеозойских отложений. Несмотря на это, еще в середине 70-х гг. прошлого века А. Э. Конторовичем, В. С. Сурковым, А. А. Трофимук и другими исследователями перспективы нефтегазоносности палеозоя этой территории были оценены достаточно высоко [1]. В последние годы большой объем новой информации был получен в результате бурения скв. 4–Вездеходной, 1–Лемок и 150–Аверинской. Изучение разрезов этих скважин и восстановление условий осадконакопления позволили обосновать ранее высказанные предположения. Наиболее полный разрез вендских и кембрийских отложений вскрыт скв. 150–Аверинской, расположенной на левом берегу Енисея, примерно в 15 км юго-западнее г. Енисейска. Глубина скважины 4772 м, углы падения пород изменяются от 60° до почти горизонтальных, постепенно уменьшаясь сверху вниз. Интервалы с отбором кернa составляют не более 5 % от вскрытого разреза. По всему стволу скважины выполнены радиоактивный, нейтронный, плотностной и акустический каротаж, кавернометрия и два вида бокового электроразведывания.

СТРАТИГРАФИЯ

Разрез, вскрытый скв. 150–Аверинской, начинается толщей сульфатно-карбонатных пород (интервал глубин 4429...4772 м), характеризующихся резко дифференцированной кривой естественной радиоактивности (ГК) и стабильностью показаний каверномера (рис. 1). Вскрытая толщина пород составляет 337 м (при ее определении учитывали угол наклона слоистости к оси кернa). Толща имеет однородное строение, и ее расчленение по данным ГИС на бо-

Приведены новые данные о вендских и кембрийских отложениях юго-востока Западно-Сибирской низменности, вскрытых в последние годы глубоким бурением. Рассмотрена стратиграфия карбонатно-эвапоритовых отложений и проведено сопоставление выделенных стратиграфических подразделений с одновозрастными отложениями запада Сибирской платформы. Детально описана литология пород, и на этой основе восстановлены условия осадконакопления, выполнены палеогеографические реконструкции рассмотренной территории в раннем кембрии. Подтверждены платформенный характер изученной части разреза и высокие перспективы нефтегазоносности домезозойских отложений юго-востока Западной Сибири.

лее мелкие подразделения проблематично. Несмотря на это, по кривой естественной радиоактивности в ней можно наметить три пачки пород, но проведение границ между ними имеет индивидуальный характер. По этой причине авторы пока воздерживаются от более детального расчленения рассматриваемого интервала. Толща перекрыта пластом соли, который служит естественной литологической границей с вышележащим разрезом. В 7 м ниже пласта соли, в карбонатных породах (глубина 4436 м), обнаружена микрофауна *Eggethesa cf.*, что говорит о принадлежности этой части разреза к зоне *Nochoroisyathus sunnaginicus*, т. е. к самым низам томмотского яруса нижнего кембрия. Ниже, на глубине 4724...4738 м, обнаружены остатки *Chancelloria*, обычные в зоне *Anabarites trisulcatus*, – немакит-далдынском ярусе венда. В разрезах Сибирской платформы эта зона расположена в усунской свите и ее аналогах (катангская свита), т. е. в нижней части сульфатно-карбонатных отложений венда [2]. Исходя из изложенного, можно утверждать, что палеонтологическая граница между вендом и кембрием в скв. 150–Аверинской находится в верхней части сульфатно-карбонатной толщи.

На западе Сибирской платформы (Южно-Тунгусская, Катангская и другие нефтегазоносные области) в верхней части венда выделены три свиты – тэтэрская, собинская и катангская, представленные преимущественно карбонатными породами иногда с примесью ангидрита. Границы между свитами фиксируются по данным ГИС. Граница между вендом и кембрием, установленная по органическим остаткам, находится внутри тэтэрской свиты (много глубже ее кровли) и не имеет литологического выражения. В ниже лежащих собинской и катангской свитах обнаружены

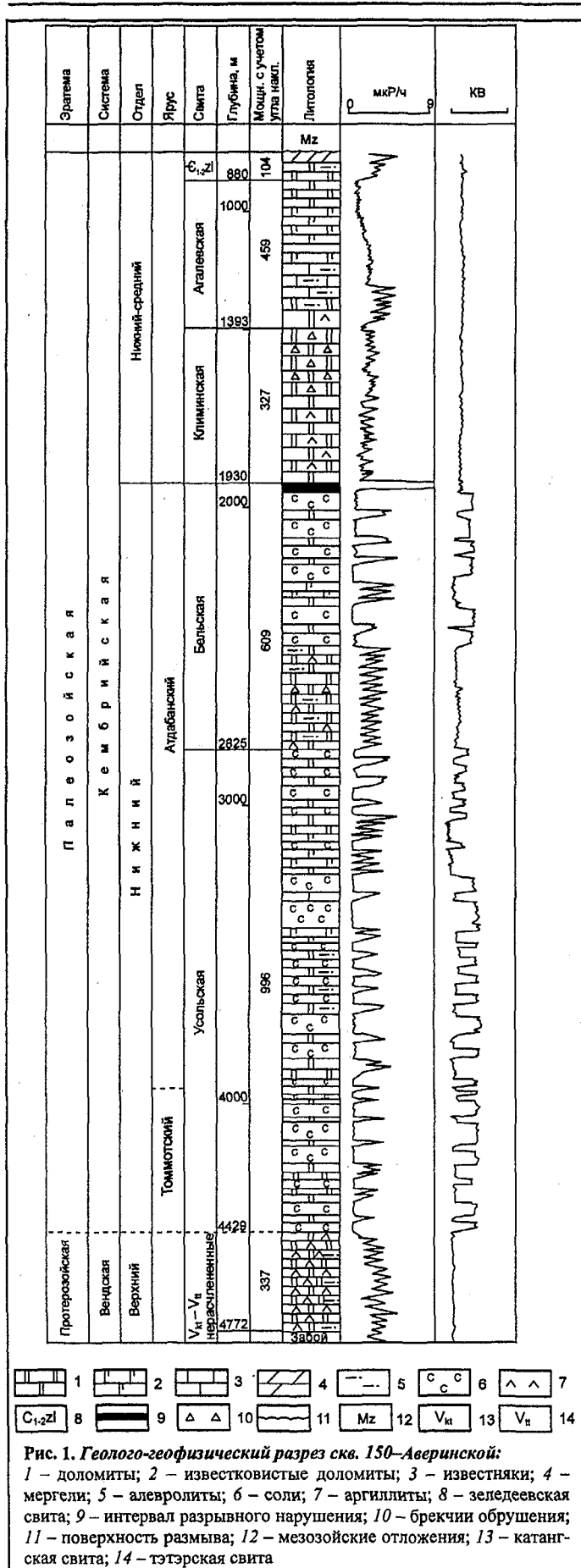


Рис. 1. Геолого-геофизический разрез скв. 150-Аверинской:
 1 - доломиты; 2 - известковистые доломиты; 3 - известняки; 4 - мергели; 5 - алевролиты; 6 - соли; 7 - аргиллиты; 8 - железистая свита; 9 - интервал разрывного нарушения; 10 - брекчии обрушения; 11 - поверхность размыва; 12 - мезозойские отложения; 13 - катангская свита; 14 - тэтэрская свита

органические остатки вендского возраста. На этом основании тэтэрская свита отнесена к нерасчлененному венд-кембрию, а собинская и катангская свиты относятся к верхнему венду [3].

Аналогичная ситуация имеет место и в Аверинской скважине, но здесь расчленение сульфатно-карбонатной толщи проблематично, а выделение венд-кембрийских нерасчлененных отложений (аналога тэтэрской свиты) пока затруднительно. Поэтому для удобства дальнейших построений за кровлю венда условно принята кровля сульфатно-карбонатной толщи на глубине 4429 м, хотя истинная граница венда и кембрия расположена на 15...20 м ниже.

Выше, в интервале 4429...1950 м, расположена соленосно-карбонатная толща, представленная неравномерно переслаивающимися каменными солями и карбонатными породами часто с примесью сульфатов и алевролитового материала. Аналогичные по составу и строению отложения вскрыты в западной части Сибирской платформы и представлены усольской и бельской свитами.

Принадлежность этой толщи к нижнему кембрию подтверждается сравнительно немногочисленными находками органических остатков, обнаруженных на глубинах 2403...2691, 2871...2893, 2914, 3015, 3956, 4421, 4286, 4323 и 4425 м.

По характеру чередования и мощности отдельных слоев солей и карбонатов в разрезе толщи можно подразделить на несколько пачек. Снизу (интервал 4429...4218 м) она представлена чередованием солей и карбонатов, последние преобладают. В интервале 4218...3707 м резко преобладают соли, отдельные слои которой достигают 60 м. Выше, до глубины 3224 м, разрез представлен практически одним мощным пластом соли, разделенным пластом алевроито-глинистых пород. В интервале 3324...3005 м залегает толща равномерно переслаивающихся карбонатных пород, а интервал 3005...2825 м представлен переслаиванием карбонатных пород и солей примерно в равных соотношениях. Выше, в интервале 2815...2465 м, залегает толща сульфатно-карбонатных пород, иногда с незначительной примесью алевроитового материала. В интервале 2465...1950 м залегает толща солей с прослоями и пластами карбонатных пород. В этом интервале толщина пластов соли колеблется от 10 до 30 м, карбонатов - от 5 до 20 м. И лишь один пласт доломитов и доломитистых известняков составляет 60 м. Количественно в этом интервале преобладают соли.

Вещественный состав, строение соленосной части разреза, вскрытого скв. 150-Аверинской, и литологическое сходство их с разрезами запада Сибирской платформы позволяют отнести рассмотренную соленосную толщу к усольской и бельской свитам нижнего кембрия. Подошва

усольской свиты по аналогии с западом Сибирской платформы расположена в подошве первого пласта соли, на глубине 4429 м. Положение подошвы бельской свиты менее определено. На глубине 3957 м обнаружен комплекс окаменелостей, среди которых определена *Egdetheca aldanica* (Miss), позволяющая датировать положение этой части разреза не ниже томмотского яруса, а в интервалах 2404...2411 и 2637...2644 м обнаружены остатки *Dokidocyathus lepaicus*, свидетельствующие о том, что эти отложения находятся не ниже верхней части томмотского яруса. Такое заключение позволяет в известной мере условно отнести эти отложения к более верхней части разреза – атдабанскому ярусу, в который входят верхняя часть усольской и бельская свита.

На западе Сибирской платформы бельская свита начинается с пласта карбонатных пород, получившего название эльганского горизонта (на востоке он получил статус самостоятельной свиты). Верхняя подсвита представлена переслаивающимися солями и карбонатами [3]. По аналогии подошву бельской свиты правильнее всего провести по подошве наиболее мощного карбонатного слоя на глубине 2825 м. Таким образом, в домезозойском соленосно-карбонатном разрезе выделяются три толщи: вендские отложения, самую верхнюю часть которых, вероятно, можно отнести к нерасчлененным венд-кембрийским породам (интервал 4772...4429 м, вскрытая толщина 337 м), усольская свита нижнего кембрия (интервал 4429...2825 м, толщина 996 м) и бельская свита (2825...1950 м, неполная толщина 609 м).

В интервале 1950...1930 м расположен своеобразный пласт пород с необычными каротажными характеристиками. К сожалению, керн из этого интервала не поднят. Естественная радиоактивность пласта необычайно высока и достигает 16 мкР/ч. Показания нейтронного каротажа (НК) составляют 2,7 усл. ед., что соответствует в данном разрезе карбонатным породам. Показания каверномера свидетельствуют о том, что в этом интервале каверны отсутствуют. Плотностные и скоростные характеристики пласта отвечают карбонатным породам. По мнению авторов, этот пласт представлен перетертыми карбонатными породами, находящимися в зоне высокоамплитудного разрывного нарушения, по которому соленосная толща была взброшена не менее чем на 1000 м. Такая ситуация подтверждается данными опытного сейсмопрофиля, проведенного через Аверинское поднятие и проходящего вблизи устья скважины (А. А. Евграфов, ОАО «Енисейгеофизика», устное сообщение).

Выше предполагаемого дизъюнктивного нарушения разрез представлен сульфатно-карбонатными и карбонатными породами, иногда с незначительной примесью алевритового материала. В этой части разреза (интервал 1551...1607 м) встречен комплекс окаменелостей (обломки раковин и трубок, фрагменты трилобитов, зональная форма хиолита *Tetrathesa pentagona* Sys.), которые позволяют датировать его как «не ниже атдабанского яруса». В средней части раз-

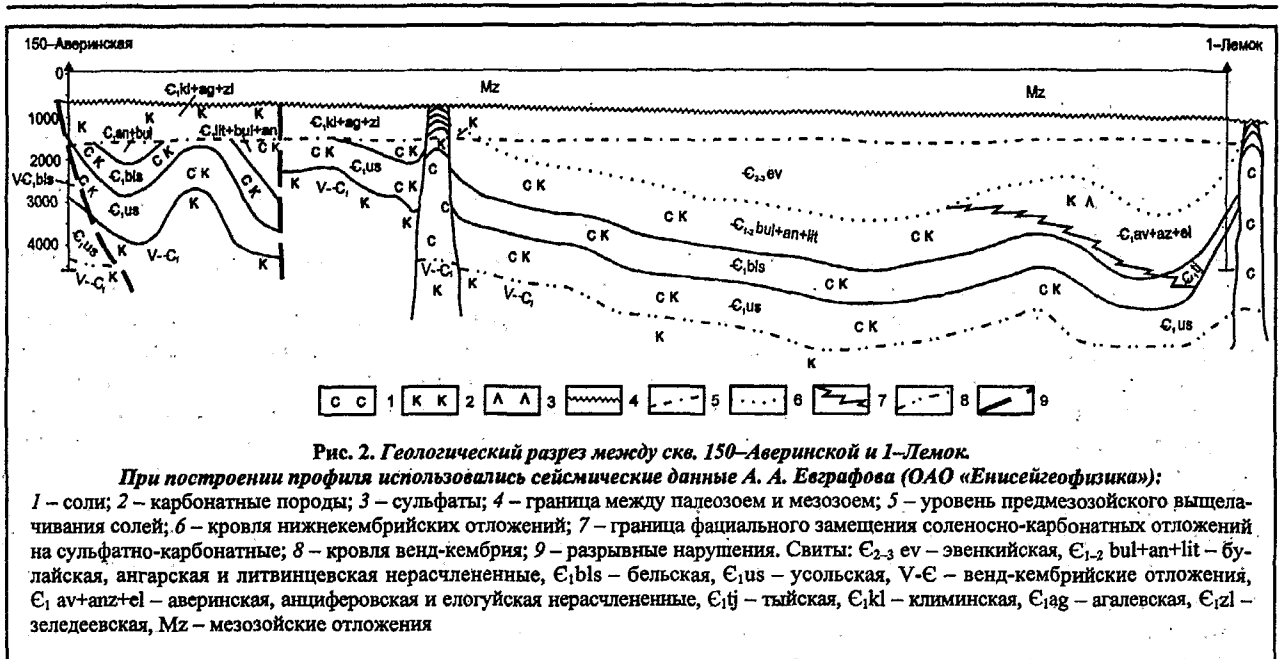
реза (интервал 1600...1400 м) встречены доломитовые брекчированные породы, которые достаточно уверенно опознаются как брекчии обрушения, сформировавшиеся на месте пластов соли, выщелоченных в результате различных геологических процессов. Ar/Ar методом был определен их абсолютный возраст в 515...526 млн лет, что соответствует верхней половине нижнего и началу среднего кембрия (определения В. А. Пономарчука, ОИГТ и М СО РАН). Это позволяет считать, что разрез сдвоен и наддизъюнктивная толща охватывает бессолевыми аналогами бельской, булайской, ангарской и литвинцевской свит, частично дублируя, а в основном наращивая поддизъюнктивный разрез.

На Аверинской площади на карбонатных породах заведомо нижнего кембрия на глубине 770 м залегают отложения, по литологическому составу относящиеся предположительно к средней юре. Это свидетельствует о длительном предмезозойском перерыве в осадконакоплении. На опытном сейсмопрофиле, проходящем через Аверинскую скважину, фиксируется крупноамплитудное разрывное нарушение в кембрийских толщах, перекрытое ненарушенными мезозойскими отложениями. Оно проходит через скважину на глубине около 1900 м (устное сообщение А. А. Евграфова, ОАО «Енисейгеофизика»). По этому дизъюнктиву соленосные толщи нижнего кембрия в предмезозойское время были выведены в зону гипергенеза, глубина которой достигала 1000...1200 м (рис. 2). Это привело к выщелачиванию солей как на поверхности, так и на достаточно больших глубинах. На их месте образовались брекчии обрушения (выщелачивания). По каротажным характеристикам верхняя карбонатная часть разреза четко расчленяется на три толщи (см. рис. 1).

На западе Сибирской платформы, в Нижнеангарской литофациальной зоне, этому возрастному интервалу соответствуют климинская, агалевская и зелеевская свиты, являющиеся бессолевыми аналогами бельской, ангарской и литвинцевской свит. В этих толщах, выходящих на дневную поверхность в пределах зоны, соли были выщелочены гипергенными процессами до глубин более 1000 м, и на их месте сформировались брекчии выщелачивания [3].

Учитывая литологическое сходство и сопоставимый возрастной интервал, в наддизъюнктивной части разреза, вскрытого скв. 150–Аверинской, по аналогии с Нижнеангарской литофациальной зоной можно выделить климинскую (интервал 1930...1393 м, толщина 327 м), агалевскую (интервал 1393...880 м, толщина 459 м) и зелеевскую (интервал 880...770 м, неполная толщина 104 м) свиты. Таким образом, соленосный разрез кембрия нижней части скважины дублируется в ее верхней части, но уже в бессолевым выражении.

Кембрийские отложения, вскрытые скв. 1–Лемок, были расчленены ранее сотрудниками ИГНГ [4], и в данной статье приведена только краткая их литологическая характеристика. Сопоставление разрезов скв. 150–Аверинской и 1–Лемок см. на рис. 2.



СЕДИМЕНТОЛОГИЯ

Седиментологическая характеристика отложений дается по результатам изучения керна и равномерно отобранных по разрезу проб шлама, из которых изготавливали шлифы. Для уточнения минерального состава и количественных соотношений компонентов пород были привлечены данные рентгеноструктурного и рентгенофлуоресцентного анализов керна и бурового шлама.

Скв. 150-Аверинская. В ее разрезе выделяются снизу вверх нерасчлененные верхневендские отложения, а также усольская и бельская свиты нижнего кембрия и их бессолевые аналоги – климинская, агалевская и зеледеевская свиты.

По геофизическим параметрам нерасчлененный венд-кембрийский и вендский разрез сравнительно однороден. По керну можно разделить его на три части. В нижней (4717,2...4772,0 м) наблюдается переслаивание преобладающих коричнево-серых доломитов и тонкослойчатых пакетов, состоящих из слоев серых, коричнево-серых ангидрит-доломитовых, ангидритовых, алевролит-доломит-ангидритовых пород.

Средняя часть (4675,0...4717,2 м) сложена коричнево-серыми доломитами с единичными мало-мощными прослоями глинистых, а также окремненных и ангидритизированных доломитов. Верхняя часть (4429,0...4675,0 м) представляет собой чередование слоев (1...8 м) доломитов (преобладают) и пород смешанного глинисто-алеврит-ангидрит-доломитового состава. В значительно меньших количествах встречаются ангидриты и породы существенно песчаного, алевритового или глинистого состава.

Таким образом, появление в средней части толщи сравнительно однородных доломитов позволяет расчленить доусольскую часть разреза на три достаточно мощных пачки, которые можно условно со-

поставить с тэтэрской, собинской и катангской свитами запада Сибирской платформы.

По седиментационным признакам среди пород доусольской толщи выделяются следующие типы: долосилтиты, доларениты, дололотитосилтиты, долорудиты, пластово-строматолитовые доломиты, тонкокристаллические эвапоритовые доломиты и ангидриты, тонкослойчатые породы смешанного глинисто-алевритно-ангидрито-доломитового состава с пелито-алевритовой структурой слоев и единичные тонкие прослои сульфатно-карбонатных брекчий, кремнистых доломитов, ангидритов с алевритно-псаммитовым строением, оолитовых доломитов, алевроаргиллитов и алевропесчаников.

Наиболее распространенными, часто очень близкими по облику литотипами являются долосилтиты, дололотитосилтиты, пластово-строматолитовые доломиты и тонкокристаллические (эвапоритовые) доломиты. Различия между ними практически исчезают даже при слабой перекристаллизации.

Долосилтиты и доларениты, как правило, обладают мономинеральным составом. Примесь ангидрита и псаммито-алевритовой силикокластики, представленной биотитом, мусковитом, кварцем, полевым шпатом, редко цирконом и турмалином, не превышает первых процентов.

В нижней части толщи преобладают неяснослойчатые массивные разновидности долосилтитов, в верхней широко развиты параллельная, градационная и более редкие полого-косая, уплощенно-линзовидная, полого-волнистая, мелкобугорчатая слоистости, встречаются текстуры микроразрыва и взмучивания, нептунические микродайки. Примесь галита появляется в постседиментационную стадию, заполняя межзерновое и межкристаллическое пространства.

Усольская свита по показаниям каротажа, чередованию литологических разновидностей пород и преоб-

ладанию того или иного литотипа подразделяется на пять пачек.

Пачка 1 (интервал 4218...4429 м) сложена (в порядке распространенности) каменной солью, тонкокристаллическими эвапоритовыми доломитами, доломитами, тонкослойчатыми породами смешанного глинисто-алеурит-галит-ангидрит-доломитового состава. Более редки доларениты с сопутствующими им интракластовыми брекчиями. Единичные прослои слагают калькаренины и кальксилтиты. Характер переслаивания и соотношения каменной соли с вмещающими доломитами, незначительная толщина прослоев указывают на ее седиментационное происхождение. Вместе с тем в некоторых соляных прослоях зафиксированы признаки пластического течения. Долоксилтиты, являющиеся наиболее распространенным литотипом, и более редкие доларениты обладают ярко выраженной градационной, параллельной, косой, линзовидной, линзовидно-косой, волнистой слойчатостью. Часто встречаются микро- и макроэрозионные поверхности и сопутствующие им брекчии из фрагментов взмученных слойков. В составе отдельных прослоев доларенитов наблюдаются зерна оолитов и фрагменты водорослевых образований. Менее распространены тонкокристаллические эвапоритовые доломиты с хорошо сформированными кристаллами галита, по-видимому, седиментационного происхождения. Отложения описываемой пачки наиболее сильно обогащены глинисто-алеуритовым материалом. Наряду с типичными кварцем, биотитом, мусковитом и полевыми шпатами появляются хлорит, глауконит, турмалин, циркон, обломки основных (?) эффузивных пород, кремнистых сланцев. Судя по обилию обломочной слюды, в карбонатные осадки попадала самая дальняя часть терригенного потока со стороны области сноса.

Пачка 2 (интервал 3707...4218 м) сложена крупнослоевым переслаиванием каменной соли и сульфатно-карбонатных пород с примесью глинисто-алеуритового материала. В отличие от подстилающей пачки в керне не наблюдается бесспорного свидетельства нормального седиментационного залегания каменной соли. Она, как правило, грубокристаллическая с деформированными кристаллами, редкие включения в ней слойков других пород деформированы и разорваны. Межсолевые прослои сложены отчетливо слойчатыми темно-серыми, коричнево-серыми, светло-серыми доломитами и доларенитами с постоянной примесью галита, ангидрита, глинистого вещества и алеуритовой силикокластики, а также тонкокристаллическими эвапоритовыми доломитами. Преобладает в отличие от подстилающей пачки параллельная, прерывисто-параллельная и мелколинзовидная, реже неясноградационная, волнистая слойчатость, нарушаемая маломощными прослоями штормовых брекчий.

Пачка 3 (интервал 3224...3707 м), так же как и подстилающая ее пачка, содержит мощные слои каменной соли. В них отмечаются признаки как седи-

ментационного залегания, так и пластического течения. В отличие от пачки 2, в составе межсолевых прослоев наряду с темно- и светло-коричневыми доломитами, доларенитами, тонкокристаллическими эвапоритовыми доломитами, интракластовыми брекчиями содержатся калькаренины, единичные прослои строматолитовых известняков и красноцветных пород смешанного глинисто-ангидрит-алеурит-доломитового состава. Все перечисленные разновидности пород содержат примесь галита. Формные элементы представлены изометричными обломками, пелитоморфными неправильными комочками, онколитами и оолитами, уплощенными фрагментами слойков, обломками раковин. Красноцветные породы имеют смешанный глинисто-ангидрит-алеуритовый состав. Силикокластика представлена кварцем, мусковитом, биотитом, полевыми шпатами. Ангидрит обладает отчетливо выраженной обломочной природой. Для описываемого литотипа характерны градационная, параллельная, косая, мелколинзовидная слойчатости. В отложениях пачки наблюдаются признаки биотурбации. При расколе керна ощущается запах нефти и сероводорода.

Пачка 4 (интервал 3005...3224 м) сложена мелкослоевым (0,2...2,5 м) переслаиванием коричневых, коричнево-серых, серых кальксилтитов, калькаренинов, доломитов, близких к ним по облику эвапоритовых тонкокристаллических известняков и постседиментационных метасоматических доломитов. Прослои ангидритов и глинистых ангидритов достаточно редки и маломощны (первые сантиметры), преобладают неяснослойчатые, неслойчатые породы, иногда неотчетливо проявляется градационная, параллельная, линзовидная слойчатость. Примесь раковинного детрита и силикокластики встречается довольно редко.

Пачка 5 (интервал 2825...3005 м) представляет собой крупнослоевое переслаивание прозрачной каменной соли и засоленных темно-коричневых битумсодержащих калькаренинов, доломитов, тонкокристаллических доломитов, иногда доларенитов, доломитовых брекчий штормового взмучивания и единичных прослоев строматолитовых доломитов. Более редки маломощные (не более 5 см) прослои эвапоритовых ангидритов и кремнистых пород. В прослоях каменной соли хорошо видны следы пластического течения. Калькаренины и доломиты практически лишены примеси силикокластики, что указывает на сокращение транзита обломочного материала из прибрежной зоны. Породы обладают запахом сероводорода и нефти. Постоянная примесь галита носит скорее постседиментационный характер, так как он выполняет седиментационные поры и порово-каверновое пространство более позднего происхождения. Для прослоев обломочных карбонатных отложений чаще характерно неслойчатое, неяснослойчатое строение, реже встречается параллельная, линзовидная, полого-косая слойчатость. В калькаренинах наблюдаются редкие ходы илюедов,

примесь раковинного детрита, фрагментов трилобитов, оолитовых зерен и обломков известняков мелкооолитового строения, а в доломитах – фрагменты водорослевых образований.

Бельская свита по вещественному составу расчленяется на две крупные пачки. Нижняя расположена в интервале 2464...2825 м и сложена переслаивающимися (0,1...5,0 м) коричнево-серыми, темно-коричневыми кальксиллитами (часто с запахом сероводорода), тонкокристаллическими известняками без признаков обломочного строения, калькарениитами, калькрудитами, долосиллитами, тонкокристаллическими доломитами, доларениитами, долорудитами и ангидритами. Судя по тому, что в перечисленных литотипах наряду с неяснослойчатым строением широко развиты градационная, параллельная, линзовидная, косая, мелколинзовидная, волнистая, мелкобугорчатая слойчатость, а также встречаются асимметричная рябь течения, кластические микродайки, воздействие штормовой седиментации на осадки заметно усилилось по сравнению с подстилающими отложениями. Изредка отмечаются пиритизированные ходы илоедов. В калькарениитах, помимо других обломков, встречаются раковинный детрит, фрагменты панцирей трилобитов, водорослевые образования и редкие оолитовые зерна. Цемент калькарениитов тонкокристаллический, часто крустификационный, иногда наблюдается присутствие илового базального цемента. Содержание обломочных зерен составляет 30...70 %. Количество силикокластики в описываемой пачке по сравнению с подстилающими отложениями заметно увеличилось. Наряду с кварцем, биотитом, мусковитом появляются калиевые полевые шпаты, плагиоклаз, турмалин, магнетит, обломки силицитов и эффузивных пород.

Верхняя часть бельской свиты (интервал 1950...2464 м) сложена крупнослойным переслаиванием каменной соли, доломитов, известняков и тонкослойчатых красноцветных пород смешанного глинисто-алеврит-ангидрит-доломитового состава. Среди доломитов и известняков выделяются следующие литотипы: калькаренииты, кальксиллиты, единичные прослои строматолитовых известняков, долосиллиты и доларенииты, тонкокристаллические эвапоритовые известняки и доломиты. Каменная соль бесцветная, прозрачная, массивная, крупно- и грубокристаллическая, часто с деформированными кристаллами галита и фрагментами слоев сульфатов. Калькаренииты и кальксиллиты обладают коричнево-серой, реже темно-коричневой окраской, неяснослойчатым, неслойчатым, редко волнистым и градационным строением. Иногда для них характерен отчетливый запах нефти. В породах отмечена незначительная примесь силикокластики, галит выполняет седиментационные поры. Долосиллиты, доларенииты, красно- и пестроцветные породы смешанного состава обладают более значительной терригенной примесью и более разнообразным набором текстурных признаков: градационная, параллельная, линзовидная и бо-

лее редкие волнистая, косая слойчатости, следы микро- и макроразрывов, появление интракластитов в основании градационных прослоев. В засоленных доларениитах отмечаются неопределимые остатки водорослей. К числу редких относятся слои галита с включениями халцедона или глауконита. Верхняя часть бельской свиты оборвана крупным дизъюнктивным нарушением.

Климинская свита по каротажным характеристикам подразделяется на три пачки. Нижняя (интервал 1882...1930 м) керном не охарактеризована, по данным ГИС она интерпретируется как пачка преимущественно карбонатных пород с заметной примесью сульфатов. Вышележащая пачка (интервал 1556...1882 м) сложена переслаиванием (0,1...3,0 м) серых, коричнево-серых калькарениитов, кальксиллитов и доломитов. При этом часть пород доломитового состава имеет отчетливую метасоматическую природу. Это подтверждается находками карбонатных пород со значительной (до 20 %) примесью в составе обломков раковинного детрита, имеющего изначально известковый состав и полностью замещенного тонко-, микрокристаллическим доломитом. Обломочным карбонатным осадкам и илам было свойственно неслойчатое строение, лишь в единичных случаях зафиксированы признаки градационной и прерывистой параллельной слойчатости. Наряду с обломочными карбонатными осадками встречаются и тонкокристаллические эвапоритовые породы доломитового, ангидрит-доломитового состава.

Породы вышележащей пачки (интервал 1393...1556 м) отнесены к подземным карстовым брекчиям обрушения с возможным частичным переывом их подземными водными потоками. Вполне вероятно, что изначально толща содержала прослой каменной соли. В ней наблюдаются признаки регрессивного катагенетического преобразования: участки развития доломитовой муки, карстово-обломочных пород, метасоматического окремнения, карстовой остаточной глинки. Состав обломков брекчии довольно пестрый. Преобладают коричнево-серые, желтовато-серые, серые, кирпично-красные доломиты, глинистые, алевритистые доломиты, ангидрит-доломитовые, глинисто-ангидрит-доломитовые породы, ангидриты, глинистые ангидриты. Реже встречаются тонкослойчатые кремнисто-ангидрит-доломитовые, кремнистые и алеврито-глинистые породы кирпично-красной окраски. Пигментная гематитизация носит вторичный, наложенный характер, обусловленный возможным поступлением с просачивающимися водами коллоидных растворов и тонкодисперсных взвесей из поверхностной коры выветривания. В составе карстовой глинки присутствуют высокоглиноземистые минералы – каолинит и пиррофиллит, что свидетельствует о высокой стадии палеогипергенного преобразования.

Агалевская свита по каротажным характеристикам и литологическим особенностям подразделяется на две пачки. Нижняя (интервал 1018...1393 м) сло-

жена желтовато-серыми, серыми, коричнево-серыми доломитами, доломитизированными доломитами, тонкокристаллическими доломитами, в верхней ее части появляются прослои кальксилитов, отмечается примесь алевроито-глинистого материала (кварца, слюд, полевых шпатов, турмалина). Концентрация глинистого вещества, алевроитовой примеси и ангидрита в редких случаях приводит к возникновению мелких слоев аргиллитов, алевролитов и доломитовых ангидритов. Преобладает неяснослойчатое, неслойчатое строение отложений, реже встречается неясно выраженная градационная и линзовидно-волнистая слойчатость, изредка фиксируются симметричная рябь волнения, поверхности макро- и микроразмыва и сопутствующие им брекчии штормового взмучивания. В основании градационных слоев наблюдаются чешуйчатые фрагменты существенно глинистых микрослоев, встречаются редкие ходы илоедов. Среди первичных осадков описываемой пачки преобладали тонкие известковые илы с включениями тонкостенных, по-видимому, непемещенных раковин. Впоследствии иловые известняки испытали как пятнистость, так и сплошную доломитизацию.

В вышележащей пачке (интервал 880...1018 м) преобладают коричнево-серые, темно-коричневые иловые известняки, пятнисто доломитизированные, содержащие многочисленные фрагменты мелких раковин и трилобитов.

Зеледевская свита (интервал 770...880 м) завершает нижнекембрийский разрез, вскрытый скв. 150–Аверинской. Верхняя часть свиты размыта во время предмезозойского перерыва. Свита сложена светлыми желтовато-серыми доломитами, доломитизированными доломитами, редко доломитизированными с примесью алевроитовой и песчаной силикокластики (кварца, слюд) и обломочными известняками. Так же как и в подстилающих отложениях, в ней встречаются фрагменты раковин и трилобитов, редкие ходы илоедов. Позднее известковые илы с остатками фауны были доломитизированы.

Скв. 1–Лемок. В кембрийском разрезе скважины (см. рис. 2) выделяются (снизу вверх) усольская, тыйская, аверинская, анциферовская, елогуйская и звенкийская свиты [3].

Усольская свита (интервал 3665...4298 м, вскрытая толщина 448 м), охарактеризованная керном в интервале 4174,60...4175,06 м, по данным каротажа подразделяется на две пачки. Нижняя (интервал 3860...4298 м) представлена переслаиванием (слои толщиной 10...45 м) преобладающей каменной соли и доломитов. В керне каменная соль крупнокристаллическая прозрачная. Верхняя пачка (3665...3860 м) по каротажным данным характеризуется равномерным переслаиванием (слои около 10 м) солей и доломитов.

Тыйская свита (интервал 3145...3665 м, толщина 368 м), охарактеризованная керном в интервалах 3560,6...3570,0 и 3161,40...3179,15 м, подразделяется на три пачки.

Нижняя пачка (3340...3665 м) сложена доломитами (преобладают), тонкокристаллическими эвапоритовыми доломитами, доломитовыми интракластовыми брекчиями, единичными прослоями каменной соли и строматолитовых доломитов. Доломиты в качестве примеси содержат галит, обломочный ангидрит, алевроитовую силикокластику и обладают параллельной, косою и градационной слойчатостью, мелкой асимметричной рябью течений. Силикокластика представлена кварцем, полевыми шпатами, мусковитом, биотитом и редкими обломками измененных вулканитов. В некоторых прослоях доломитов заметна примесь доломитизированного раковинного детрита и оолитов.

Средняя пачка (интервал 3265...3340 м) по данным каротажа сложена сульфатонесущими доломитами. Верхняя пачка (интервал 3145...3265 м) представлена преобладающими тонкозернистыми иловыми доломитами с прослоями (3...20 см) доломитов и долорудитов. В составе обломков наблюдаются полностью доломитизированные полуокатанные фрагменты раковин, что свидетельствует о широко проявившихся процессах доломитизации первично известковых илов. Яркой их особенностью является широкое развитие ходов илоедов. В прослоях доломитов с псаммитовой и гравийной размерностью обломков обычно наблюдается градационная слойчатость, к ним приурочена вторичная пористость растворения.

Аверинская свита (интервал 2710...3145 м, толщина 352 м), охарактеризованная керном в интервалах 2955,0...2963,5; 2947,3...2949,1 и 2803,5...2810,0 м, сложена контрастным чередованием прослоев (2...16 м) темно-серых тонкослойчатых ангидритов и серых, коричнево-серых в разной степени доломитизированных известняков. Для ангидритов характерна реликтовая тонкая параллельная, градационная и линзовидная слойчатость. Градационные слои в нижней части сложены псаммито-алевроитовыми обломками ангидрита и доломита с незначительной примесью силикокластики, в верхней части – более тонкими обломками ангидрита с примесью глинистого вещества. Карбонатные прослои сложены пелитоморфными иловыми известняками с непемещенными остатками фауны и следами биотурбации осадка. Сравнительно редкие конденсированные слои (до 10 см) калькаренитов, содержащие окатанные и полуокатанные обломки раковин и панцирей трилобитов, являются результатом штормового перемыва карбонатных илов. Прослои и пятнистые включения доломита носят ярко выраженный метасоматический характер.

Анциферовская свита (интервал 2364...2700 м, толщина около 265 м) по геофизическим данным сложена карбонатными породами с прослоем мергелей толщиной около 50 м в верхней части.

Елогуйская свита (интервал 2100...2364 м, толщина 158 м) в разрезе скважины подразделяется на две пачки. Нижняя (интервал 2265...2364 м) по дан-

ным каротажа сложена глинисто-карбонатными породами. Глинистость увеличивается к подошве пачки вплоть до появления аргиллитов. Верхняя пачка (интервал 2100...2265 м), охарактеризованная керном в интервалах 2114...2138 и 2190,00...2199,14 м, в нижней своей части сложена доломитизированными иловыми известняками пестрой пятнистой окраски (от светло-серой до темно-коричнево-серой). Пелитоморфные и тонкозернистые иловые известняки содержат фрагменты трилобитов и тонкостенных раковин, а также ходы илоедов. Их доломитизация носит избирательный мелкопятнистый характер, обусловленный в первую очередь биотурбацией осадка. Пятнистость усиливается вследствие неоднородной пропитки пород нефтью. В редких прослоях доломитизированных калькаренитов с неясной градационной слоистостью в составе обломков встречаются доломитизированные окатанные фрагменты раковин, строматолитов и карбонатных литокластов.

Верхняя часть пачки представлена сравнительно однородными серыми пористыми и кавернозными известковистыми доломитами. По реликтам седиментационных структур можно сделать вывод о том, что в составе ее исходных отложений преобладали средне-, крупнозернистые доларениты и калькарениты с поровым, пленочно-поровым кальцитовым цементом (пакстоуны, грейнстоуны).

Эвенкийская свита (интервал 1210...2100 м, видимая толщина 667 м) подразделяется на две пачки. Нижняя (интервал 1758...2100 м), охарактеризованная керном в интервале 2077,0...2085,4 м, сложена переслаивающимися сургучно-коричневыми глинистыми, доломитистыми алевролитами, аргиллитами и светло-серыми доломитовыми алевролитами. Пятнисто-полосчатые участки развития серо-зеленой окраски обусловлены глеевыми процессами. Значительно реже встречаются прослой интракластовых плоскообломочных штормовых брекчий. Обломочная алевритовая и менее распространенная песчаная составляющие пород представлены кварцем, измененными полевыми шпатами, доломитом, ангидритом, силицитами и более редкими мусковитом, биотитом, глауконитом, рудными минералами. Цемент алевролитов — пленочный, базальный, представлен железисто-глинистым материалом.

Верхняя пачка (интервал 1210...1758 м) керном охарактеризована в интервале 1451,1...1457,6 м и представлена сургучно-коричневыми глинистыми карбонатсодержащими алевролитами, слойки глинисто-алевролитовых доломитов редки. Отмечается развитие полосчато-пятнистой голубовато-серой, серо-зеленой окраски, связанной с оглеением. Слоистость параллельная, косая, неясно градационная с признаками микроразмылов в основании слоев, характерны текстуры штормового взмучивания и взламывания осадков с образованием интракластовых плоскообломочных брекчий, иногда встречаются кластические микродайки. Состав алевритовых обломков близок к их составу в нижней пачке.

В наиболее древних вендских отложениях преобладают доломиты с отчетливой градационной, параллельной, косой, линзовидной, волнистой, мелкобугорчатой слоистостью и тонкокристаллические эвапоритовые доломиты, встречаются редкие прослой пластово-строматолитовых, оолитовых доломитов, а также плоскообломочных интракластовых штормовых брекчий. Такое сочетание фаций указывает на формирование отложений в пределах сравнительно мелководного, но обширного по площади бассейна, при этом дно бассейна иногда достигало уровня эвфотической зоны.

Преобладание среди сульфатно-карбонатных осадков в центральной части бассейна, где расположены скв. 1—Лемок и 150—Аверинская, обломочных структур и текстур, типичных для гравитационных потоков, свидетельствует о мобилизации штормовыми процессами обломочного вещества известкового и сульфатно-доломитового состава на более высоком гипсометрическом уровне, соответствующем литоральным и супралиторальным фациям, где, по-видимому, была развита эвапоритовая седиментация типа себхи (южная и восточная окраины бассейна) и рифогенная седиментация (западная окраина солеродного бассейна). Поскольку реконструируемый палеобассейн был, как все эпиконтинентальные моря, мелководным, в нем трудно провести границу между дистальными штормовыми отложениями и турбидитами [5]. Подобные отложения относят к турбидитам, порожденным штормами [6].

Анализ распределения литотипов в общем разрезе доусольских отложений указывает на тенденцию к постепенному углублению бассейна. Периодам «спокойной погоды» и преобладания фоновой седиментации соответствовали слои эвапоритовых бассейновых доломитов, ангидритов и менее распространенных «угнетенных» строматолитов. Появление тонкослойчатых пакетов темпеститов, где наряду с обломочным доломитом и ангидритом появляются обломочные кварц и слюды, свидетельствует о привносе обломков с востока из прибрежной области островной суши, расположенной на месте Енисейского кряжа (рис. 3). Широкая распространенность обломочной слюды в составе силикокластики указывает на дистальный характер штормовых турбидитов. Появление в незначительных количествах автохтонного кремнистого материала отвечает типовым эвапоритовым обстановкам [7], господствовавшим в периоды «спокойной погоды».

Усольская свита, вскрытая в разрезах обеих скважин, содержит в своем составе как слои эвапоритовой бассейновой седиментации (каменная соль, тонкокристаллические доломиты и ангидриты), так и обломочные породы ангидрит-карбонат-глинисто-алевролитового смешанного либо мономинерального состава со следами штормовой седиментации. На мелководные обстановки бассейна указывают редкие

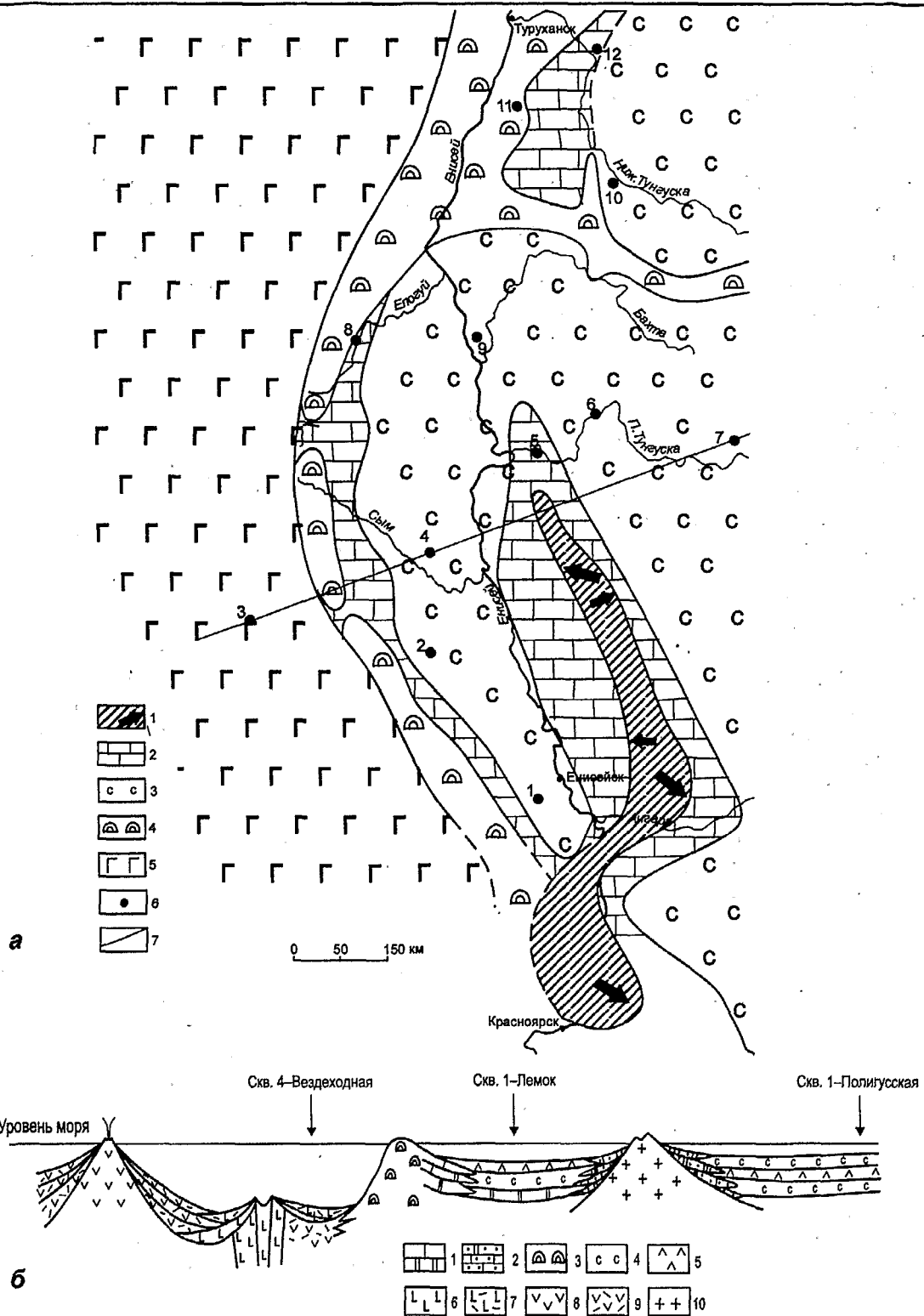


Рис. 3. Схематическая палеогеографическая карта (а) и палеогеографический профиль (б) конца раннего кембрия бассейна среднего течения Енисея:

Карта (а): 1 – область сноса (стрелками показаны направление и интенсивность терригенного потока); 2 – прибрежная зона с соленостью воды от нормальной до повышенной; 3 – зона с повышенной соленостью воды; 4 – зона распространения рифовых построек барьерного (краевого) типа; 5 – окраинный задуговый бассейн с вулканогенно-осадочным типом накопления осадков; б – скважины: 1 – 150-Аверинская, 2 – 1-Касская, 3 – 4-Вездеходная, 4 – 1-Лемок, 5 – 1, 2-Лебяжинские, 6 – 1-Лиственничная; 7 – 1-Полигуская; 8 – Елогоуйская, 9 – 1, 2-Светлые, 10 – 6-Нижнетунгусская, 11 – 10-Сухотунгусская; 12 – Тунгусская опорная; 7 – линия профиля.

Разрез (б): 1 – доломиты, известняки; 2 – известняки и доломиты с примесью силикокластики; 3 – рифовые постройки; 4 – каменная соль; 5 – ангидриты; 6 – базальты; 7 – туфы базальтов и сопутствующие им тейфroidы, турбидиты, силициты; 8 – андезиты; 9 – туфы андезитов и сопутствующие им тейфroidы, турбидиты и силициты; 10 – граниты и докембрийские метаморфические породы

прослой строматолитовых известняков, а появление калькаренитов с раковинным детритом и ходов илоедов свидетельствует о возрастании влияния биогенных факторов на характер седиментационных процессов. По распределению литотипов в разрезе отмечается тенденция к обмелению бассейна.

Таким образом, накопление каменной соли, эвапоритовых ангидритов и карбонатов в усольское время происходило в центральной части бассейна (район заложения скв. 150–Аверинской и 1–Лемок), чередуясь с образованием дистальных штормовых карбонатных и сульфатных турбидитов. На сравнительную мелководность бассейна указывают редкие маломощные прослой «угнетенных» строматолитов.

Времени формирования бельской (тыльской) свиты соответствовало широкое распространение дистальных штормовых карбонатных турбидитов, возникших за счет переотложения эвапоритовых карбонатов и разрушения рифогенных образований, возникших в западной краевой части солеродного бассейна. По сравнению с подстилающими отложениями воздействие штормовых процессов усилилось. Вместе с этим увеличился и идущий с востока поток мелкообломочной силикокластики, ее состав стал более разнообразным. Количество прослоев каменной соли по сравнению с усольским временем уменьшилось, при этом основная масса солей сосредоточена в южной части бассейна (район Аверинской скважины) и приходится на позднебельское время. В этот же период встречаются единичные прослой строматолитов, указывающие на кратковременное существование сравнительно мелководных условий.

Отложения аверинской свиты в скв. 1–Лемок (ей соответствуют климинская и частично агалевская свиты Аверинской скважины) представляют собой крупнослоевое переслаивание контрастных по составу литотипов – дистальных темпеститов (штормовых турбидитов) ангидритового, глинисто-ангидритового состава и иловых пелитоморфных известняков, накапливающихся в тиховой обстановке. Редкие катастрофические штормы частично воздействовали на иловые известковые осадки с образованием конденсированных осадков, состоящих в основном из переотложенных скелетных остатков. Материал ангидритовых штормовых турбидитов, по-видимому, поступал из южных и восточных прибрежных частей бассейна, так как он резко контрастирует с составом известковых илов с прижизненно захороненной тонкозернистой фауной.

Анциферовская свита, судя по геофизическим материалам, представлена карбонатными и глинисто-карбонатными темпеститами. Ей и вышележащей елогуйской свите соответствует измененная в условиях регрессивного катагенеза часть разреза Аверинской скважины (агалевская и зеледеевская свиты).

Началу формирования отложений елогуйской свиты (разрез скв. 1–Лемок) характерно господство тиховодных обстановок с накоплением известковых

интенсивно биотурбированных илов с включениями захороненных на месте обитания бентосных организмов. Прослой дистальных штормовых турбидитов единичны. На смену пелитоморфным карбонатным илам в позднеелогуйское время в связи с общим обмелением бассейна пришли хорошо промытые сортированные средне-, крупнозернистые долларениты (проксимальные темпеститы). Хорошая седиментационная проницаемость этих отложений на стадии регрессивного катагенеза способствовала образованию вторичной пористости и кавернозности выщелачивания.

К началу эвенкийского времени произошла смена эвапоритово-карбонатной седиментации на терригенную, хотя палеотопография бассейна осадконакопления не претерпела заметных изменений. Слабый поток тонкозернистой силикокластики и глинистого вещества со стороны островной суши на месте Енисейского кряжа во время ранней стадии существования солеродного бассейна усилился и стал определяющим седиментационным фактором. Он оказал угнетающее воздействие на мелководную биогенную карбонатную седиментацию. Состав и соотношение компонентов терригенного материала практически не изменились, что свидетельствует о длительности существования единого источника сноса. Сопутствующая силикокластике карбонатная примесь имеет обломочный характер и соответствует по размерам преобладающим фракциям. Развитие градиционной, волнистой, пологокосой слойчатости, присутствие признаков периодического размыва, брекчирования, взмучивания осадков, наличие тонкозернистых слоев, обогащенных обломочными слюдами и обычно концентрирующихся в удаленной от береговой линии части бассейна, свидетельствуют о принадлежности подобных образований к дистальным штормовым отложениям, накапливающимся на глубинах вблизи базиса катастрофического волнения.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

Палеогеографические реконструкции для раннего палеозоя восточной окраины Западно-Сибирской геосинеклизы и прилегающей к ней западной части Сибирской платформы предпринимались многими исследователями [8–12]. Идея отделения кембрийского солеродного бассейна от открытого моря системой рифов впервые была сформулирована в начале 70-х гг. XX в. А.Э. Конторовичем, В. Е. Савицким и Я. К. Писарчик [8–10]. В 1990-е гг. появилась очень важная информация, позволявшая уточнить границы солеродного бассейна и систему барьерных рифов в восточной части Западно-Сибирской геосинеклизы и в западной части Сибирской платформы [13–16].

Первые сведения о существовании к западу от Енисея Приенисейского солеродного бассейна, приуроченного к Дубческо-Касскому прогибу, появи-

лись в работе [13]. В ней предполагалось развитие вдоль границ бассейна органогенных построек типа барьерных рифов. Существование западного ограничения Приенисейского солеродного бассейна в виде барьерного рифа находит более обоснованное подтверждение в работе [15]. Выявлению рифовых систем в левобережной части Нижней Тунгуски в ее нижнем течении способствовали исследования Н. В. Мельникова с соавторами [12, 14]. С учетом результатов этих исследований была составлена палеогеографическая схема прибрежной части среднего течения Енисея на раннекембрийское время [16]. В данной работе развиваются и уточняются ранее выполненные палеогеографические построения (см. рис. 3).

Самая западная часть исследованной территории в районе заложения скв. 4–Вездеходной принадлежала к активной окраине Сибирского континента и располагалась в пределах задугового окраинного бассейна (см. рис. 3). Формирование глубоководной толщи, сложенной потоками подводных базальтов, дистальными туффитовыми и тефроидными турбидитами с прослоями силицитов и имеющей по данным Ar-Ar метода возраст 520 млн лет, связано с образованием зоны растяжения в тылу действующей вулканической дуги [16]. Она располагалась к западу от места заложения скв. 4–Вездеходной. Кембрийский задуговый окраинный бассейн на востоке в тыльной, неактивной своей части переходил в эпиконтинентальный солеродный бассейн. Этот полуизолированный заливообразный бассейн, вытянутый в субмеридиональном направлении, имел длину не менее 600 км, ширину от 60 км на юге и до 150 км на севере. На востоке он ограничивался низменной полуостровной сушей либо вытянутым архипелагом островов, располагающихся в современных границах Енисейского кряжа. На западе в нем по сейсмическим данным [15] происходило замещение солеродных фаций на бессолевы рифогенные. В районе междуречья Подкаменной Тунгуски и Бахты существовал пролив, по которому поступали соленые воды из основного солеродного бассейна на территории внутренней части Сибирской платформы. Не исключено, что реконструированный заливообразный бассейн частично сообщался по системе межрифовых каналов с расположенным на западе активным задуговым бассейном с нормальной соленостью. После накопления соленосных отложений в рассматриваемой части бассейна происходило периодическое отложение дистальных сульфатно-карбонатных штормовых турбидитов, сульфатно-карбонатных эвапоритов и биогенно-обломочных карбонатных илов. В эвенкийское время преобладала тонкотерригенная штормовая седиментация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые данные о вещественном составе, строении, условиях седиментации верхнепротерозойских и ниж-

непалеозойских отложений, вскрытых глубокими скважинами на юго-востоке Западной Сибири, позволяют сделать следующие выводы:

1. В конце позднего протерозоя и в раннем палеозое на западе Восточной и юго-востоке Западной Сибири существовал единый седиментационный бассейн, в восточной части которого преобладали мелководные морские условия с различной соленостью вод. На западе эпиконтинентальный эвапоритовый бассейн, ограниченный системой рифовых барьеров, переходил в глубоководный задуговый бассейн, где преобладали турбидитовые и вулканогенные отложения.

2. Приведенные выше материалы подтверждают широкое распространение верхнепротерозойско-палеозойского платформенного чехла в юго-восточной части Западной Сибири [11].

3. Процессы штормовой седиментации в мелководной части бассейна способствовали перемыву карбонатных илов и формированию карбонатных горизонтов с улучшенными коллекторскими свойствами. В периоды «спокойной погоды» в бассейне накапливались соли или сульфатно-карбонатные породы, являющиеся надежными покрывками. В совокупности это могло создать литологические ловушки углеводородов. Протяженная система рифов, разделяющая глубоководную и мелководную части бассейна, может рассматриваться как возможная зона нефтегазонакопления.

4. Наличие коллекторов, флюидоупоров, ловушек, а также прямые признаки нефтегазоносности, установленные в скв. 1–Лемок [17], еще раз свидетельствуют о высоких перспективах нефтегазоносности рассмотренной территории.

5. Новые данные позволили А. Э. Конторовичу, В. А. Каштанову, А. С. Ефимову, В. А. Конторовичу и другим исследователям выделить на востоке Западно-Сибирской геосинеклизы новую Предъенисейскую верхнепротерозойско-мезозойскую нефтегазоносную субпровинцию и обособить в ее составе Предъенисейскую и Турухано-Елогуйскую нефтегазоносные области [18].

ЛИТЕРАТУРА

1. Геология нефти и газа Западной Сибири / А. А. Конторович, В. С. Сурков, А. А. Трофимук и др. – М.: Недра, 1975. – 680 с.
2. Хоментовский В. В., Карлова Г. А. Нижняя граница кембрия и принципы ее обоснования в Сибири // Геология и геофизика. – 1992. – № 11. – С. 3–25.
3. Решения Четвертого межведомственного регионального совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. – Новосибирск, 1989. – 62 с.
4. Схема стратиграфии кембрийских отложений приенисейской части Западной Сибири / Е. А. Елкин, В. А. Каштанов, А. Э. Конторович и др. // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42, № 7. – С. 1015–1027.

5. Циклическая и событийная седиментация / Ред. Г. Эйзеле, А. Зейлахер. – М.: Мир, 1985. – 502 с.
6. Джонсон Г. Д., Болдуин К. Т. Мелководные моря с терригенной седиментацией // Обстановки осадконакопления и фации. – М.: Мир, 1990. – Т. 1. – С. 280–342.
7. Folk K. L., Pittman J. S. Lengt-slow chalcidony: a new testament for vanished evaporites // J. Sed. Petrol. – 1971. – Vol. 41. – P. 1045–1058.
8. Конторович А. Э., Савицкий В. Е. К палеогеографии Сибирской платформы в раннюю и среднюю кембрийские эпохи // Вопросы литологии и палеогеографии Сибири: Тр. / СНИИГГиМС. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1970. – Вып. 106. – С. 95–108.
9. Конторович А. Э. и др. Закономерности накопления органического вещества на территории Сибирской платформы в докембрии и кембрии // Литология и геохимия нефтегазоносных толщ Сибирской платформы. – М.: Наука, 1981. – С. 19–41.
10. Писарчик Я. К., Минаева М. А., Русецкая Г. А. Палеогеография Сибирской платформы в кембрии. – Л.: Недра, 1975. – 195 с.
11. Геология и перспективы нефтегазоносности рифовых систем кембрия Сибирской платформы / Ред. В. А. Асташкин. – М.: Недра, 1984. – 181 с.
12. Мельников Н. В., Асташкин В. А., Килина Л. И., Шишкин Б. Б. Палеогеография Сибирской платформы в раннем кембрии // Палеогеография фанерозоя Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1989. – С. 10–17.
13. Дашкевич Н. Н., Капитанов В. А. Платформенные отложения палеозоя и подсолевые комплексы докембрия левобережья р. Енисей – новый объект нефтегазопоисковых работ // Докл. АН СССР. – 1990. – Т. 315, № 5. – С. 1187–1191.
14. Мельников Н. В., Килина Л. И., Кринин В. А., Хоменко А. В. Нефтегазоносность кембрийских рифов Суригдаконского свода // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 180–189.
15. Евграфов А. А., Ефимов А. С., Чунихина Л. Д. Особенности геологического строения доюрских отложений приенисейской части Западно-Сибирской низменности по сейсмическому маршруту: Вездеходная площадь (Томская обл.) – Сымская площадь (Красноярский край) // Геология и полезные ископаемые Красноярского края: II. Геология и нефтегазоносность. – 1998. – С. 121–129.
16. Новый терригенно-вулканогенный разрез кембрия и положение западной границы Сибирской платформы (по материалам параметрического бурения на Вездеходной площади, Томская область) / А. Э. Конторович, С. В. Сараев, А. Ю. Казанский и др. // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40. – С. 1022–1031.
17. Геолого-геохимические предпосылки нефтегазоносности кембрия и верхнего протерозоя западной окраины Сибирской платформы (левобережье р. Енисей) / А. Э. Конторович, А. С. Ефимов, В. А. Кринин, А. В. Хоменко и др. // Геология и геофизика. – 2000. – № 12. – С. 1615–1636.
18. Перспективы выявления новых гигантских и крупных месторождений в верхнем протерозое и фанерозое Сибири / А. Э. Конторович, Л. М. Буриштейн, С. В. Ершов и др. // Приоритетные направления поисков крупных и уникальных месторождений нефти и газа. – М., 2003. – С. 12–13.