

НЕФТЕГАЗОВАЯ ГЕОЛОГИЯ

НОВЫЙ ТИП РАЗРЕЗА КЕМБРИЯ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ
(по результатам бурения параметрической скважины Восток-1)

А.Э. Конторович, А.И. Варламов*, В.Г. Емешев, А.С. Ефимов***, А.Г. Клец, А.В. Комаров*,
В.А. Конторович, И.В. Коровников, С.В. Сараев, Ю.Ф. Филиппов, И.В. Вараксина,
В.Н. Глинских, В.А. Лучинина, Н.В. Новожилова, Т.В. Пегель***, Н.В. Сенников, А.В. Тимохин**

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия*

** Министерство природных ресурсов РФ, 123995, Москва, ул. Бол. Грузинская, 4/6, Россия*

*** Администрация Томской области, 634050, Томск, просп. Ленина, 6, Россия*

**** Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья,
630091, Новосибирск, Красный просп., 67, Россия*

Описан новый тип разреза кембрийских отложений, вскрытый параметрической скв. Восток-1 в восточной части Западно-Сибирской плиты (Томская область). Разрез охарактеризован палеонтологически и может рассматриваться в качестве опорного для востока ЗСП. По комплексу геолого-геофизических характеристик в интервале глубин 2766—5010 м разрез расчленен на чурбигинскую, пайдугинскую, пуджелгинскую, поделгинскую, кондесскую, шеделгинскую и пыжинскую свиты, которые выделены и описываются впервые. Наибольшее сходство разрез кембрия скв. Восток-1 обнаруживает с Котуйско-Игарским районом северо-западной части Сибирской платформы, районом, формирование отложений которого в кембрии происходило в условиях предрифтовой зоны открытого морского бассейна. В нижней части разреза скважины вскрыта высокоуглеродистая кремнисто-глинисто-карбонатная пайдугинская свита, являющаяся аналогом шумнинской и куонамской свит нижнего—среднего кембрия Сибирской платформы. Пайдугинская свита, которая накапливалась на шельфе и склоне обращенного к Палеоазиатскому океану открытого моря, должна рассматриваться как нефтепроизводящая, что существенно повышает перспективы нефтегазоносности Предъенисейского бассейна. Выделена высокоперспективная генерационно-аккумуляционная нефтегазовая система.

Западно-Сибирская плита, Предъенисейская нефтегазоносная субпровинция, кембрий.

NEW TYPE OF CAMBRIAN SECTION IN THE EAST OF THE WEST SIBERIAN PLATE
(from data on the core from the Vostok-1 stratigraphic well)

**A.E. Kontorovich, A.I. Varlamov, V.G. Emeshev, A.S. Efimov, A.G. Kleets, A.V. Komarov, V.A. Kontorovich,
I.V. Korovnikov, S.V. Saraev, Yu.F. Filippov, I.V. Varaksina, V.N. Glinskikh, V.A. Luchinina, N.V. Novozhilova,
T.V. Pegel', N.V. Sennikov, and A.V. Timokhin**

A new type of Cambrian section stripped by the Vostok-1 stratigraphic well in the east of the West Siberian Plate, Tomsk Region, is described in terms of paleontology. It can be considered a key section for this region. According to a complex of geological and geophysical characteristics, the section in the depth range of 2766–5010 m was divided into the Churbiga, Paiduga, Pudzhelga, Podelga, Kondes, Shedelga, and Pyzhina Formations, and their first description was made. The Cambrian section in Vostok-1 well is most similar to those of the Kotui-Igarka area of the northwestern Siberian Platform, where Cambrian deposits formed in the pre-reef zone of an open sea basin. In the lower section of the borehole the highly carbonaceous siliceous-argillaceous-carbonate Paiduga Formation was stripped, which is an analog of the Lower-Middle Cambrian Shumnaya and Kuonamka Formations of the Siberian Platform. The Paidugina Formation, which accumulated on the shelf and slope of the open sea facing the Paleo-Asian ocean, is considered oil-producing and suggests the high petroleum potential of the cis-Yenisei basin. Also, a highly promising generation-accumulation petroleum system has been revealed.

West Siberian Plate, cis-Yenisei petroliferous subprovince, Cambrian

ВВЕДЕНИЕ

Первые палеонтологические свидетельства присутствия кембрийских отложений в комплексе оснований на востоке Западно-Сибирской плиты (ЗСП) были получены при изучении ядра Елогуйской опорной скважины [Драгунов и др., 1967; Булыникова и др., 1973]. Позднее, в связи с бурением на левом берегу р. Енисей нескольких глубоких скважин (Тыйская-1, Вездеходная-4, Лемок-1, Аверинская-150) и проведением большого объема сейсмических работ были получены новые данные [Дашкевич, Каштанов, 1990; Каштанов и др., 1995; Кринин, 1998; Евграфов и др., 1998; Конторович и др., 1999; Елкин и др., 2000; Филиппов, 2001], позволившие заложить основы стратиграфии домезозойских отложений, реконструировать условия осадконакопления, геодинамические обстановки и палеогеографию бассейна, выделить новый Предьенисейский осадочный бассейн и одноименную перспективную нефтегазоносную субпровинцию [Конторович и др., 2003, 2006; Конторович, Конторович, 2006].

В 1985—2005 гг. на востоке Томской области и на западе Красноярского края было выполнено порядка 20 тыс. км сейсмических профилей МОГТ, комплексная интерпретация которых была выполнена в ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск). Анализ сейсмических материалов и сопоставление волновых полей на временных разрезах, полученных на территории Красноярского края в районе скв. Лемок-1 и на востоке Томской области, позволили сделать вывод о том, что в этом регионе развита мощная толща верхнепротерозойско-кембрийских платформенных отложений, полный разрез которых включает четыре сейсмогеологических комплекса.

Сейсмогеологические комплексы, контролируемые регионально выдержанными отражающими горизонтами, по аналогии с Сибирской платформой были датированы как рифей-вендский, нижне-среднекембрийский, средневерхнекембрийский и верхнекембрийский (рис. 1). Анализ сейсмических материалов и данных глубокого бурения позволил также сделать два важных вывода. Первый: площади распространения выделенных комплексов уменьшаются с уменьшением их возраста. В разных частях рассматриваемой территории наиболее близко к подошве мезозойско-кайнозойских отложений залегают различные по возрасту породы. Второй: с востока, от р. Енисей на запад, солевой разрез кембрия сменяется бессолевым.

Для изучения нового осадочного бассейна и оценки перспектив его нефтегазоносности была разработана программа региональных геолого-геофизических исследований в восточных районах ЗСП (МПР России (г. Москва), ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск), СНИИГГИМС (г. Новосибирск)), программа предусматривает продолжение сейсмических работ и бурение нескольких параметрических скважин. Скважины запроектированы в принципиально разных условиях и в совокупности должны были охарактеризовать полный разрез рифей-кембрийских платформенных отложений. Две первые скважины (Восток-1 и Восток-3) пробурены в Томской области.

Скважина Восток-1 размещена на севере области в спокойных тектонических условиях на склоне крупной положительной структуры — Райгинско-Ажарминской гряды (рис. 2). Результаты интерпретации сейсмических материалов позволяли предполагать, что скважина вскрыет разрез среднего и верхнего кембрия, что впоследствии полностью подтвердилось результатами бурения.

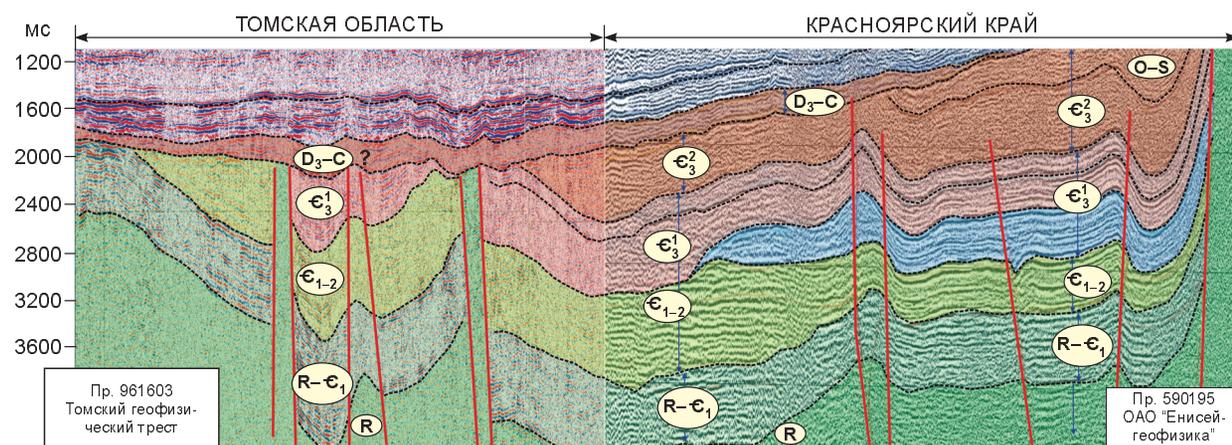


Рис. 1. Сейсмостратиграфическая характеристика верхнепротерозойско-палеозойских отложений Предьенисейской субпровинции.

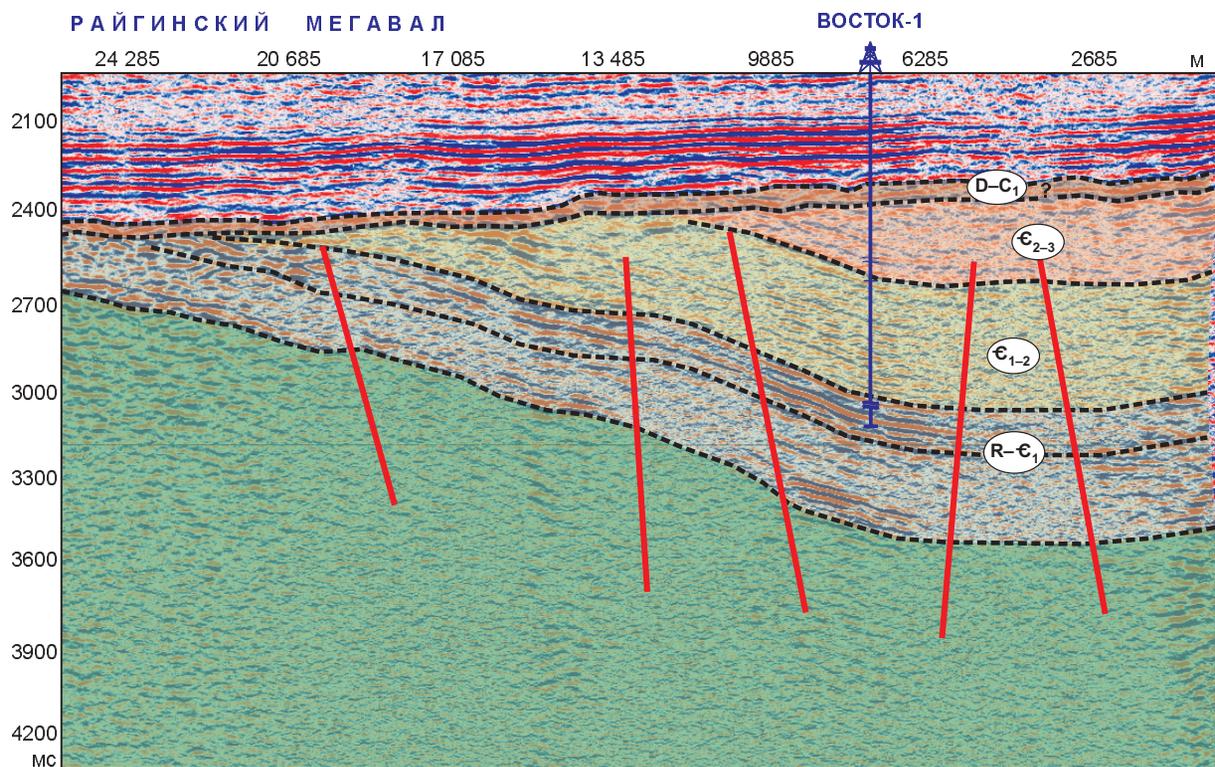


Рис. 2. Сейсмогеологическая характеристика рифей-кембрийских платформенных отложений в районе скв. Восток-1.

ОПИСАНИЕ РАЗРЕЗА

В разрезе, пройденном параметрической скв. Восток-1, в интервале глубин 2766—5010 м снизу вверх выделены чурбигинская, пайдугинская, пуджелгинская, поделгинская, кондесская, шеделгинская и пыжинская свиты (рис. 3).

Чурбигинская свита (Chr) выделена в интервале 5010—4945 м, названа по ручью Чурбига, правому притоку р. Орловка. Стратотип свиты расположен в разрезе скв. Восток-3 в интервале глубин 3870—3660 м, с которым эта часть разреза скв. Восток-1 уверенно коррелируется. В скважине был проведен комплекс ГИС (геофизические исследования), включающий радиоактивный каротаж (гамма-каротаж ГК, нейтрон-нейтронный каротаж ННК-Т), каротаж сопротивлений (КС, подошвенный градиент, зонд А2.0М0.5N), каротаж потенциала самопроизвольной поляризации (ПС) и акустический каротаж (АК). Для чурбигинской свиты характерны слабая дифференцированность и низкие значения гамма-каротажа (ГК — от 2 до 5 мкР/ч) и средняя дифференцированность с преимущественно высокими значениями нейтрон-нейтронного каротажа (ННК-Т — 20—30 у.е.). Показания кажущегося удельного сопротивления (зонд А2.0М0.5N) повышены (от 400 до 600 Ом·м), а значения поляризационного каротажа (ПС) и акустического каротажа (ΔT) низкие: ПС около 5 мВ и ΔT 140—180 мкс/м.

Вскрытая верхняя часть свиты сложена седиментационно нарушенным переслаиванием преобладающих светло-серых с коричневым оттенком пелитоморфных известняков и зеленовато-серых карбонатно-глинистых, алевроито-глинистых пород с редкими ступковыми выделениями кремнистого вещества. Видимая мощность свиты составляет 65 м.

Из палеонтологических остатков в породах свиты обнаружены моллюски *Aldanella* sp., хиолиты *Conotheca circumflexa*, гастроподы *Aegides* sp. и спикулы губок, пятилучевые и шестилучевые *Heterostella eleganta*, *Hexaclina spicule*, что характерно для томмотского или низов атдабанского ярусов нижнего кембрия Сибирской платформы. На этом основании и с учетом положения в разрезе возраст чурбигинской свиты принят раннекембрийским (томмотско-атдабанским).

Пайдугинская (Pd) свита выделена в интервале глубин 4945—4825 м. Название дано по р. Пайдугина. Свите присущи сильная дифференцированность и повышенные значения ГК (от 8 до 40 мкР/ч) и ННК-Т (от 8 до 60 у.е.), особенно в нижней наиболее глинистой части, а также низкие значения акустического каротажа (ΔT — 160—245 мкс/м) и ПС (5—6 мВ). Характерно переслаивание интервалов разреза с

показаниями кажущегося удельного сопротивления (зонд А2.0М0.5N) от 100 до 180 Ом·м (в более глинистых пачках) и от 240 до 460 Ом·м (в глинисто-карбонатных пачках). Свита сложена неясно параллельно-, градационно-слоистыми черными, темно-серыми и коричнево-черными углеродсодержащими, карбонатно-глинистыми породами с вкрапленностью и слоями пирита, в разной степени алевритистыми, с редкими мелкими прослоями градационно-слоистых тефроидов кислого состава. В керне и по данным ГИС отмечаются редкие пакеты мощностью до 10 м седиментационно нарушенного переслаивания неуглеродистых пелитоморфных известняков и карбонатно-глинистых, алеврито-карбонатно-глинистых пород, аналогичных известняковым брекчиям в залегающей ниже чурбигинской свите. Карбонатная составляющая в углеродистых породах представлена тонкообломочными кальцитом и доломитом. В породах присутствует антраколит, образующий согласные линзовидные, слоеобразные, реже секущие образования. Углеродсодержащие отложения накапливались в бассейне с признаками эвксинных обстановок, прерываемых эпизодами с появлением насыщенных кислородом вод и редких прослоев кислой тефры. Нижняя и верхняя границы свиты условно согласные (керном не представлены), четко выражены по данным ВСП и комплексу ГИС. Мощность свиты 120 м.

Из органических остатков в отложениях верхней части свиты обнаружены трилобиты *Tomagnostus sibiricus*, *Ptychagnostus contortus*, *?Ptychagnostus gibbus* и брахиоподы семейства Acrotretidae, характерные для зоны *Tomagnostus fissus-Paradoxides sacheri* амгинского яруса среднего кембрия. В нижней половине свиты найдены трилобиты *Ptychagnostus praecurrens*, характерные для зоны *Kounamkites* амгинского яруса среднего кембрия. Самые низы свиты керном не представлены. Эта часть свиты условно отнесена к нижнему кембрию. Таким образом, на основании определений трилобитов, а также по аналогии с шумнинской, иниканской и куонамской свитами Сибирской платформы, с которыми пайдугинская свита сопоставляется, для нее принят раннесреднекембрийский (ботомско-тойонско-амгинский) возраст.

Пуджелгинская свита (P1) выделена в интервале глубин 4825—4250 м. Название свите дано по ручью Пуджелга, правому притоку р. Тым. По материалам ГИС, нижней половине свиты свойственна сильная дифференцированность кривой ГК при резких колебаниях значений от 2—4 до 6—8 мкР/ч, и кривой ННК-Т, на которой выделяются интервалы со значениями от 8 до 12 и от 12 до 20 у.е. (в редких прослоях до 36 у.е.). В верхней половине свиты кривая ГК дифференцирована средне. Для нее характерно переслаивание пачек пород мощностью 10—30 м со значениями около 2—4 и около 6—8 мкР/ч. Кривая ННК-Т дифференцирована более сильно. На интервалах с низкими показаниями ГК ее значения варьируют от 12 до 20 у.е. (в некоторых прослоях до 25 у.е.), а на интервалах с высокими показаниями ГК — от 8 до 12 у.е. Кривая кажущегося удельного сопротивления неоднородна. В нижних 250 м разреза свиты значения КС находятся в пределах 180—360 Ом·м, для средней части разреза (140 м) характерны высокие показания КС 240—600 Ом·м, а в верхних 185 м наблюдается чередование интервалов (по 5—10 м мощностью) с относительно высокими (240—480 Ом·м) и средними значениями (100—180 Ом·м) кажущегося удельного сопротивления. Как и в нижележащих свитах, здесь фиксируются низкие, слабо изменяющиеся значения акустического каротажа (ΔT): около 160 мкс/м и ПС около 6 мВ. Показания КВ (кавернограмма) в нижней половине скважины стабильные (около 10 см), а в верхней половине чуть ниже (9 см) с редкими маломощными прослоями до 10—12 см. Свита представлена чередованием преобладающих пакетов с седиментационно нарушенным и ненарушенным переслаиванием светло-коричневато-серых, розовато-серых пелитоморфных известняков и зеленовато-серых, темно-вишневых карбонатно-глинистых, алеврито-глинистых пород и более редких интракластовых известняковых брекчий, светло-вишневых сильноизвестковых литито-кварц-полевошпатовых песчаников и светло-серых в разной степени песчаных калькаренитов. Известковые обломки в песчаниках представлены кислыми эффузивами, базальтами, силицитами, туфами. В породах свиты преобладает нормально градационная и параллельная слоистость, широко распространены ходы илоедов. В составе известковых отложений отмечается присутствие взрывного и вулканомиктового материала основного и кислого составов.

Нижняя и верхняя границы свиты условно-согласные, отчетливо выражены по данным ВСП и комплексу ГИС. Мощность свиты 575 м. Из органических остатков, кроме редких следов илоедов, в основании свиты найден пигидий трилобита *Kootenia amgensis*. Вид распространен повсеместно на Сибирской платформе в амгинском и низах майского яруса среднего кембрия. На этом основании и с учетом стратиграфического положения возраст свиты принят среднекембрийским (амгинским—майским).

Поделгинская (Pg) свита выделяется в интервале глубин 4250—4005 м. Название свиты происходит от ручья Поделга, правого притока р. Тым. Для нее характерен существенно доломитовый, ангидрит-доломитовый состав, отличающий ее от других свит в разрезе. Мощность свиты 245 м. На гамма-каротажных диаграммах кривая ГК слабо дифференцирована, значения меняются от 4 до 8 мкР/ч, а ННК-Т в среднем около 8—12 у.е., но более дифференцирована с отклонениями до 4 или 16 у.е. Для свиты характерны средние показания кажущегося удельного сопротивления (А2.0М0.5N), слабо дифференциро-

ванные в интервале 120—240 Ом·м, практически недифференцированные низкие значения акустического каротажа (ΔT) — 160—180 мкс/м и ПС — 6 мВ.

Органическими остатками свита не охарактеризована, среднекембрийский возраст принят по положению в разрезе между фаунистически охарактеризованной среднекембрийской (амгинско-майской) пуджелгинской и верхнекембрийской кондесской свитами. Поделгинская свита по литологии подразделяется на две подсвиты.

Нижнеподелгинская подсвита (интервал глубин 4250—4090 м, мощность 160 м) представлена преобладающими переслаивающимися светло-вишневыми доларенитами с примесью силикокластики, близкими к ним по строению известково-доломитовыми полевошпат-кварц-лититовыми песчаниками и редкими прослоями интракластовых брекчий и пелитоморфных доломитов. В обломочной части песчаников и в качестве песчаной примеси в доларенитах широко распространены силициты (часто преобладают), кислые эффузивы, туфы, измененные базальты и трахитоиды. Доларениты и песчаники наряду с преобладающим массивным строением обладают также градационной, параллельной и косой слоистостью.

Верхнеподелгинская подсвита (интервал глубин 4090—4005 м, мощность 85 м), представлена переслаивающимися темно-серыми, темно-коричнево-серыми ангидритистыми слабоглинистыми пелитоморфными доломитами и долосилтититами, тонкокристаллическими ангидритистыми доломитами с прослоями в верхней части светло-вишневых оолитовых известняков, калькаренитов с силикокластикой и карбонатсодержащих кварц-полевошпат-лититовых песчаников с преобладанием в последних обломков базальтов и плаггиоклаза. Породы часто неслойчатые, реже обладают неясно выраженными параллельной, градационной и мелкой косой слойчатостью. Широко распространены постседиментационные выделения ангидрита желваковой и слоеобразной формы. В нижней части подсвиты наблюдается пропитка пород жидкими углеводородами и присутствует запах нефти.

Характер отложений свиты свидетельствует о продолжающейся тенденции обмеления бассейна и о господстве обстановок, свойственных для штормовой седиментации. Примесь пелитоморфного ангидритового материала поступала со штормовыми турбидитовыми потоками из восточной части бассейна, где шло накопление сульфатов [Сараев и др., 2004].

Кондесская свита (Кн) выделена в интервале глубин 4005—3600 м. Название свите дано по оз. Кондесское. По материалам ГИС для разреза свиты характерны средние дифференцированные значения ГК (от 4 до 6—8 мкР/ч) и ННК-Т (от 6 до 10 у.е.), практически недифференцированные низкие показания акустического каротажа (ΔT — 150—220 мкс/м) и ПС (около 5 мВ), слабо дифференцированная КВ в районе значений 9—11 см. Кривая кажущегося сопротивления (зонд А2.0М0.5N) дифференцирована со средними значениями 120—240 Ом·м, с редкими отклонениями значений до 36 или 360 Ом·м. Свита имеет калькаренитовый, кальцисилтитовый состав с менее распространенными прослоями пелитоморфных известняков, обогащенных глинистым веществом, доломитом и в незначительной степени ангидритом. Среди пестро окрашенных (темно-серых, серых, зелено-серых, вишневых) отложений преобладают оолитовые известняки и близкие к ним по текстурно-структурным признакам калькарениты с изменчивым содержанием силикокластики, известковые песчаники, биокалькарениты. Пространственно с ними ассоциируют полимиктовые интракластовые брекчий и мелкие прослои карбонатсодержащих аргиллитов. В разрезе выделяются несколько пакетов (мощностью до 6 м) тонкого переслаивания пелитоморфных известняков и карбонатно-глинистых пород с нарушенным (брекчиевым) и ненарушенным наслоением, аналогичных подобным литотипам в чурбигинской и пуджелгинской свитах.

Для отложений свиты характерно широкое распространение бугорчатой и косой градационной слойчатости в ассоциации с прослоями интракластовых брекчий взламывания, свидетельствующее о преобладании штормовых отложений. Оолитовый материал выносился штормовыми турбидитными потоками из районов мелководья. В составе силикокластики присутствует пирокластика и вулканокластика основного и кислого составов, а также обломки силицитов. Среди акцессорных минералов встречается глауконит.

Свита имеет условно-согласные нижнюю и верхнюю границы, отчетливо выраженные по комплексу ГИС и данным ВСП. Мощность свиты 405 м. В нижней половине свиты обнаружен комплекс трилобитов нганасанского горизонта верхнего кембрия (зона *Pedinocephalina* — *Toxotis*): *Bolaspidina insignis*, *Parakoldinia* sp., *Kuraspis similes*. В верхней половине свиты найдены трилобиты *Kuraspis obscura*, *K. similes*, *K. spinata*, *K. similes* ex gr. *vera*, *K. similes* ex gr. *deflexa*, *Letniites* sp., брахиопода *Lingulella* sp., замковые брахиоподы. Весь комплекс соответствует тавгийскому горизонту верхнего кембрия северо-запада Сибирской платформы [Решения..., 1989]. Таким образом, в целом возраст кондесской свиты принят позднекембрийским (нганасанско-тавгийским).

Шеделгинская свита (Sd) выделяется в интервале глубин 3600—3210 м. Название свите дано по ручью Шеделга, правому притоку р. Обь. Свита обладает преимущественно известковым составом и имеет условно-согласные нижнюю и верхнюю границы, характеризуется средней дифференцированностью ГК со значениями от 3 до 5, редко до 8 мкР/ч и более сильной дифференцированностью значений ННК-Т от

4 до 12 у.е., причем в нижних 100 м свиты обе кривые дифференцированы слабее. Показания кажущегося удельного сопротивления (A2.0M0.5N) в нижних 100 м свиты также относительно более низкие (от 60 до 360 Ом·м), а в верхней части резко изменяющиеся от 36 до 480 Ом·м. Кривая акустического каротажа (ΔT) слабо дифференцирована и имеет значения 150—230 мкс/м. Мощность свиты 390 м. По литологии, данным ВСП, ГИС и комплексу фаунистических остатков, она разделена на две подсвиты.

Нижнешеделгинская подсвита (интервал глубин 3600—3438 м, мощность 162 м) сложена переслаивающимися светло-вишневыми, серыми, зеленовато-серыми оолитовыми известняками (преобладают), имеющими часто хорошую сортировку и кальцитовый кристаллический цемент порового типа, калькаренитами с примесью силикокластики (до известковых силикокластических песчаников), кальциллитами и более редкими тонкослойчатыми изменчивыми по составу ангидрит-алеврит-известково-доломит-глинистыми породами, интракластовыми известняковыми брекчиями. Для оолитовых известняков характерны преобладающие мелкая и крупная пологая бугорчато-косая, реже параллельная слоистость. Их формирование происходило в обстановках крайнего мелководья — в пределах оолитовых отмелей. Силикокластика в калькаренитах и редких слоях песчаников имеет разнообразный состав и представлена кварцем, полевыми шпатами, ожелезненными вулканическими породами, силицитами, базальтами, кислыми эффузивами, рудными минералами железа. Примесь глауконита может достигать 1 %.

Из органических остатков в отложениях подсвиты обнаружены трилобиты *Idahoia* cf. *composita*, *Raashellina paula*, *Bolaspidina* sp., *Pesaiella* sp., *Saonella* cf. *saonica*, *Ammagnostus simplexiformis*, *Bolaspidina* cf. *insignis*, *Schoriecare* sp., *Parakoldinia* sp., *Komaspidella rara*, *Nordia* aff. *lepada*, *Verkholenoides* sp., *Parakoldinia striata*, брахиоподы: *Eoorthis* sp., *Billingsella* sp., *Billingsella* ex gr. *kulumbensis*. Весь комплекс характерен для мадуйского горизонта верхнего кембрия (зона Maspakites-Idahoia-Raashellina) северо-западной части Сибирской платформы [Решения..., 1989], на основании чего и возраст подсвиты принят позднекембрийским (мадуйским).

Верхнешеделгинская подсвита (интервал глубин 3438—3210 м, мощность 228 м) сложена главным образом переслаивающимися пелитоморфными известняками и карбонатно-алеврито-глинистыми породами, имеющими как ненарушенное, так и седиментационно нарушенное наслоение. Они относятся к мономиктовым известняковым брекчиям, характерным также для чурбигинской и других свит. Значительно меньшим распространением пользуются оолитовые известняки и калькарениты с силикокластикой. В нижней части подсвиты в калькаренитах появляется примесь тефры, представленной угловатыми обломками основного плагиоклаза, базальтов и ожелезненного, пелитизированного вулканического стекла при отсутствии кварца и вулканокластики кислого состава. Для пород с ненарушенной слоистостью характерны параллельная, градационная, мелколинзовидная, пологокосая слойчатость, мелкие кластические дайки, в редких случаях ходы илоедов.

Из органических остатков в отложениях подсвиты обнаружены трилобиты *Parakoldinia salairica*, *Pseudagnostus* sp., *Parakoldinia striata*, *Koldinia pusilla*, *Komaspidella rara*, *Hadragnostus* sp., *Homagnostus* sp., *Bolaspidellus* sp., *Parakoldinia kureiskaya*, *Plethopeltoides lepidus*, *Amorphella* sp., *Pesaiella* sp., брахиоподы: *Billingsella* sp., *Eoorthis* sp., *Lingulella* sp. Данный комплекс имеет много общих форм с комплексами трилобитов Игарского района Сибирской платформы и характерен для зоны Faciura-Garbiella энцийского горизонта верхнего кембрия [Решения..., 1989]. На основании вышеизложенного возраст верхнешеделгинской подсвиты принят позднекембрийским (энцийским).

Пыжинская (Pn) свита выделена в интервале 3210—2766 м. Название дано по ручью Пыжина, правому притоку р. Обь. От нижележащих свит отличается средне дифференцированными и более высокими значениями ГК (преимущественно около 8 мкР/ч) и более низкими слабо дифференцированными значениями НК-Т (около 4 у.е.). Диаграмма кажущегося удельного сопротивления (зонд A2.0M0.5N) в нижней части свиты (210 м) хорошо дифференцирована и имеет довольно высокие значения от 24 до 60 Ом·м, а в верхней преобладают относительно низкие значения (12—24 Ом·м) с редкими интервалами высоких (30—60 Ом·м). Кривая акустического каротажа (ΔT) колеблется в диапазоне 170—240 мкс/м с редкими интервалами, где значения отклоняются в сторону понижения до 150 или повышения до 350 мкс/м. Вверх по разрезу кривая ΔT становится все более дифференцированной, а в кровле свиты (верхние 30 м) сильно дифференцированной с резко изменяющимися показаниями от 140—550 мкс/м. Такой же характер диаграммы присущ и кавернограмме. В нижней части (около 260 м) фактический диаметр скважины совпадает с номинальным (9 см) за исключением редких интервалов с отклонениями значений до 11—17 см. В верхней части показания КВ становятся более высокими и более дифференцированными с колебаниями от 10 до 12 см, редко до 14 см. На границе с мезозоем (прикровельные 30 м) КВ отличается сильной дифференцированностью и относительно высокими значениями от 12 до 15—20 см. Значения ПС недифференцированные и низкие (около 6 мВ). Свита обладает смешанным песчано-алеврито-глинисто-известковым составом с незначительным преобладанием обломочного известкового материала алевритовой и песчаной размерности. Отличительной чертой свиты является ее ярко выраженная пестроцветность, обусловленная контрастным сочетанием вишневых, зеленых, серых тонов окраски.

ОСШ		Сибирская платформа Котуйско-Игарский фашиальный регион			скв. Восток-1									
Отдел	Ярус	Зона	Горизонт	Местная биостратиграфическая зона	Свита, мощность (м)									
Верхний кембрий	Аксацкий	Cedarellus felix	Кетыйский	Kujandaspis	Пыжинская, 444									
						Юракыйский	Amorphella-Yurakia							
								Энцийский	Faciura-Gabriella					
		Мадуйский	Maspakites - Idahoia - Raashellina											
				Арюсаканский		G. stolidotus	Тавгийский	Pedinosephalina Toxotis	Орактинская, 450	Кондесская, 405 м				
		G. reticulatus - Olen. evansi	Энцийский								Faciura-Gabriella			
	Invingella				Юракыйский							Amorphella-Yurakia		
		Sакский	Cedarellus felix			Кетыйский	Kujandaspis							
								Аксацкий			Cedarellus felix		Кетыйский	Kujandaspis
	Юракыйский				Amorphella-Yurakia									
		Энцийский	Faciura-Gabriella											
				Мадуйский		Maspakites - Idahoia - Raashellina								
Средний кембрий	Майский							Лабазная, 630 м	Поделгинская, 245 м					
		Амгинский									Устьбрусская, 456 м	Пуджелгинская, 575 м		
														Шумнинская, 200 м
	Нижний кембрий				Ботом.-Толон									
		Томский-Алдабанский												
									Краснопорожская, 150 м					

Зеленая окраска, имеющая полосчатое, нередко секущее относительно слоистости распространение, обусловлена локально проявленными постседиментационными процессами восстановления окисных форм железа в закисные. Для свиты характерно более высокое содержание по сравнению с подстилающим общим разрезом глинистого, алевроглинистого вещества. Более редкими являются мелкие прослои оолитовых известняков, интракластовых аргиллитовых брекчий и ангидритов. Во время формирования отложений преобладала штормовая седиментация, а в составе осадков — типичные штормовые турбидиты с прослоями штормовых интракластовых брекчий. Пелитоморфный ангидритовый материал поступал в виде тонкой взвеси из восточной части бассейна, где периодически возникали обстановки эвапоритовой седиментации.

По комплексу ГИС и данным ВСП, свита имеет резкие нижнюю и верхнюю границы, с каждой из которых связан перерыв в осадконакоплении. Мощность свиты 444 м. Из органических остатков в отложениях свиты обнаружены трилобиты, брахиоподы, водоросли, примитивные фораминиферы и др. Из самой верхней части свиты (инт. 2772—2779 м) А.В. Тимохиным, Ю.Я. Шабановым и И.В. Коровниковым определены трилобиты *Monosulcatina leave* Rozova, что отвечает кетыйскому горизонту верхнего кембрия северо-западной части Сибирской платформы. Пыжинская свита перекрывается урманской свитой раннеюрского возраста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Параметрическая скв. Восток-1 вскрыла палеонтологически хорошо охарактеризованный, практически полный разрез, который может рассматриваться в качестве опорного для бесселевого разреза кембрия на юго-востоке ЗСП.

Чрезвычайно важным является выделение в нижней части разреза скважины высокоуглеродистой кремнисто-глинисто-карбонатной пайдугинской свиты, которая занимает на палеогеографическом профиле такое же место, как и куонамская свита нижнего—среднего кембрия на севере и востоке Сибирской платформы [Конторович, Савицкий, 1970; Конторович и др., 1981].

А.Э. Конторович с соавторами [Конторович, Савицкий, 1970; Конторович и др., 1981] в 70-80-е годы XX в. высказали предположение,

Рис. 4. Схема сопоставления стратиграфических подразделений скв. Восток-1 и северо-запада Сибирской платформы.

что кембрийский солеродный бассейн на территории Сибирской платформы был отгорожен от открытого моря системой барьерных рифов. На шельфе и континентальных склонах открытых океанических морей, окаймлявших Сибирскую платформу с востока, севера и запада (в современных координатах) накапливались обогащенные планктонным и бактериогенным органическим веществом глинисто-карбонатно-кремнистые органогенные илы. Ранее эта модель была подтверждена геологическими исследованиями на востоке Сибирской платформы, на склонах Анабарской антеклизы и в Игарском районе, на северо-западном моноклиналином склоне Курейской синеклизы. Бурение скважин Лемок-1, Аверинская-150, материалы сейсморазведки показали, что огромный солеродный бассейн кембрия занимал и часть территории современного левобережья Енисея. Скважина Восток-1 подтвердила, как авторы и предполагали ранее, что высокоуглеродистые глинисто-карбонатно-кремнистые илы окаймляли солеродный бассейн и на западе.

Это дает основание считать, что пояс глинисто-карбонатно-кремнистых черных сланцев, там, где он погружен на значительные глубины (запад Вилуйской синеклизы, север Курейской синеклизы, восток Западно-Сибирской плиты), должен был генерировать огромные массы углеводородов, подобно доманику Русской платформы и баженовской свите Западно-Сибирской плиты. Сочетание черносланцевых нефтепроизводящих толщ, рифогенных пород как резервуаров нефти и газа и ангидрито-соленосных эвапаритовых пород как флюидоупоров создавало в этих районах уникальные нефтегазовые генерационно-аккумуляционные системы. Это существенно повышает перспективы нефтегазоносности этих территорий.

Наибольшее сходство разрез кембрия скв. Восток-1 обнаруживает с Котуйско-Игарским районом северо-западной части Сибирской платформы, районом, формирование отложений которого в раннем кембрии также происходило в условиях преимущественно открытого морского бассейна (рис. 4). Сравнительно глубоководные углеродсодержащие отложения замедленной биогенной седиментации из разрезов скважин Восток-1 и 3 (пайдугинская свита) при движении на восток сменяются ангидрит-известково-доломитовыми отложениями аверинской, анциферовской и елогуйской свит из разреза скв. Лемок-1 и климинской, агалевской свит из разреза скв. Аверинская-150 [Елкин и др., 2001; Сараев и др., 2004]. Последние две скважины находятся в пределах солеродного бассейна. Пайдугинский осадочный комплекс формировался в условиях открытого морского бассейна и был отделен от солеродного бассейна полосой мелководья, образованной системой рифов [Конторович, Савицкий, 1970; Конторович и др., 1981]. Самая западная и наиболее древняя часть рифогенных построек этой полосы впервые вскрыта скв. Восток-3 (пойгинская свита вендского возраста).

Значительные палеогеографические изменения произошли на рубеже среднего и позднего кембрия. Это нашло отражение и в составе комплексов трилобитов. Трилобиты нганасанского и тавгийского горизонтов в основном представлены различными видами рода *Kuraspis*, что характерно для обстановки внутренней лагуны (Турухано-Иркутский фациальный регион верхнего кембрия Сибирской платформы). Подобные комплексы широко распространены в разновозрастных отложениях в южной части Сибирской платформы на Ангаро-Ленской ступени и Непско-Ботуобинской антеклизе [Огиенко, Гарина, 2001]. Этому уровню соответствует кондесская свита (нганасанский и тавгийский горизонты верхнего кембрия), представленная обломочно-карбонатными породами общей мощностью 405 м. На северо-западе Сибирской платформы этому уровню соответствует орактинская свита (мощность 450 м).

Формирование отложений остальной части верхнего кембрия (начиная с энцийского горизонта) в районе скв. Восток-1, судя по составу комплексов трилобитов, происходило в условиях, аналогичных таковым на северо-западе Сибирской платформы (Игарский район), а именно — в условиях внешнего края карбонатной платформы (Котуйско-Игарский фациальный регион верхнего кембрия Сибирской платформы). Состав комплексов трилобитов близок к комплексам кулюмбинской свиты северо-запада Сибирской платформы. Их сближает наличие общих форм: *Parakoldinia salairica*, *Bolaspidellus* sp., *Parakoldinia striata*, *Plethopeltoides lepidus* для энцийского горизонта и *Raashellina paula*, *Pesaiella* sp., *Saonella* cf. *saonica*, *Komaspidella rara* для мадуйского горизонта.

ЛИТЕРАТУРА

Булынникова А.А., Резапов А.Н., Каштанов В.А. Елогуйская и Туруханская опорные скважины (Красноярский край). Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1973, 182 с. (Тр. ЗапСибНИГНИ, вып. 68).

Дашкевич Н.Н., Каштанов 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.

Драгунов В.И., Смирнов А.Л., Чернышева Н.Е. Нижнепалеозойские отложения в фундаменте восточной части Западно-Сибирской низменности (Елогуйские скважины) // Докл. АН СССР, 1967, т. 172, № 2, с. 420—422.

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 область)—Сымская площадь (Красноярский край) // Геология и полезные ископаемые Красноярского края. Красноярск, 1998, с. 123—130.

Елкин Е.А., Конторович А.Э., Сараев С.В., Тищенко В.М., Анастасиева С.А., Бахарев Н.К., Богуш О.И., Варакина И.В., Изох Н.Г., Клец А.Г., Конторович В.А., Коровников И.В., Лучинина В.А., Сенников Н.В., Таныгин Г.И., Филиппов Ю.Ф. Новые данные по стратиграфии палеозоя крайнего юго-востока Западно-Сибирской плиты (по материалам глубокого бурения на Вездеходной площади, Томская область) // Геология и геофизика, 2000, т. 41 (7), с. 943—951.

Елкин Е.А., Каштанов В.А., Конторович А.Э., Коровников И.В., Кринин В.А., Лучинина В.А., Сараев С.В., Тищенко В.М., Филиппов Ю.Ф., Хоменко А.В. Схема стратиграфии кембрийских отложений приенисейской части Западной Сибири // Геология и геофизика, 2001, т. 42 (7), с. 1015—1027.

Каштанов В.А., Варламов А.И., Данилова В.П., Дашкевич Н.Н., Ефимов А.С., Ильина В.И., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., Пак К.Л., Филиппов Ю.Ф., Чунихина Л.Д. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности палеозойских отложений левобережья р. Енисей (Тыйская параметрическая скважина). Новосибирск, Изд-во СО РАН, 1995, 52 с.

Конторович А.Э., Савицкий В.Е. К палеогеографии Сибирской платформы в раннюю и среднюю кембрийские эпохи // Труды СНИИГГИМСа, Серия литология и палеогеография. Новосибирск, 1970, вып. 106, с. 95—106.

Конторович В.А., Конторович А.Э. Геологическое строение докембрийско-палеозойских платформенных отложений в юго-восточных районах Западной Сибири // Отечественная геология, 2006, № 6, с. 62—70.

Конторович А.Э., Евтушенко В.М., Ивлев Н.Ф., Ларичев А.И. Закономерности накопления органического вещества на территории Сибирской платформы в докембрии и кембрии // Литология и геохимия нефтегазоносных толщ Сибирской платформы. М., Наука, 1981, с. 19—42.

Конторович А.Э., Сараев С.В., Казанский А.Ю., Каштанов В.А., Конторович В.А., Пономарчук В.А., Тищенко В.М., Филиппов Ю.Ф. Новый терригенно-вулканогенный разрез кембрия и положение западной границы Сибирской платформы (по материалам параметрического бурения на Вездеходной площади, Томская область) // Геология и геофизика, 1999, т. 40 (7), с. 1022—1031.

Конторович А.Э., Конторович В.А., Филиппов Ю.Ф., Бурштейн Л.М., Каштанов В.А., Хоменко А.В. Предъенисейская нефтегазоносная субпровинция — новый перспективный объект поисков нефти и газа в Сибири // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Материалы науч. совещ. 20—23 октября 2003 г. Иркутск, ИЗК СО РАН, 2003, с. 5123—127.

Конторович А.Э., Конторович В.А., Филиппов Ю.Ф., Беляев С.Ю., Бурштейн Л.М., Вальчак В.И., Евграфов А.А., Ефимов А.С., Каштанов В.А., Конторович А.А., Петров В.Н., Хоменко А.В. Предъенисейская нефтегазоносная провинция — новый перспективный объект поисков нефти и газа в Сибири // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2006, № 5—6, с. 9—23.

Кринин В.А. Геологический разрез юго-восточной части Западно-Сибирской плиты // Геология и полезные ископаемые Красноярского края. Красноярск, 1998, с. 95—97.

Огиенко Л.В., Гарина С.Ю. Стратиграфия и трилобиты кембрия Сибирской платформы. М., Научный мир, 2001, 266 с.

Решения 4-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. Новосибирск, СНИИГГИМС, 1989, 64 с.

Сараев С.В., Хоменко А.В., Батурина Т.П., Карлова Г.А., Кринин В.А. Венд и кембрий юго-востока Западной Сибири: стратиграфия, седиментология, палеогеография // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2004, № 1, с. 7—18.

Филиппов Ю.Ф. Геология и перспективы нефтегазоносности домезозойских отложений левобережья р. Енисей (Кеть-Елогуйское междуречье): Автореф. дис. ... к.г.-м.н. Новосибирск, Институт геологии нефти и газа СО РАН, 2001, 24 с.

*Рекомендована к печати 16 июня 2008 г.
А.В. Каныгиным*

*Поступила в редакцию
25 апреля 2008 г.*