

ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НЕДР ПРЕДЪЕНИСЕЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА

Федор Федорович Дульцев

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, аспирант лаборатории гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири, тел. (383)363-80-36, e-mail: DultsevFF@ipgg.sbras.ru

Дмитрий Анатольевич Новиков

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, зав. лабораторией гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири, тел. (383)363-80-36, e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

Приводятся результаты исследования геотермического режима недр Предъенисейского осадочного бассейна. Установлено, что по своим геотермическим условиям разрезы докембрийско-палеозойских отложений сопоставимы с разрезами западных районов Сибирской платформы. По величине геотермического градиента регион относится к геотермической зоне байкалид с пониженными геотермическими градиентами (1,5–3,0 °C/100 м). Впервые составлена детальная геотермическая модель осадочного чехла, позволяющая прогнозировать геотермические условия недр в слабоизученных бурением районах.

Ключевые слова: Предъенисейский осадочный бассейн, геотермическая зональность, геотермический градиент, температура.

GEOTHERMAL REGIME OF THE PRE-YENISSEY SEDIMENTARY BASIN

Fedor F. Dultsev

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, graduate student of the Laboratory of Hydrogeology of sedimentary basins of Siberia, tel. (383)363-80-36, e-mail: DultsevFF@ipgg.sbras.ru

Dmitry A. Novikov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Ph. D., Head of the Laboratory of Hydrogeology of sedimentary basins of Siberia, tel. (383)363-80-36, e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru

We present the results of investigations on geothermal regime of the Pre-Yenissey sedimentary basin. It is established that the conditions for its geothermal sections of Precambrian-Paleozoic deposits are comparable with western regions sections of the Siberian platform. The region may be related to Baikalides zone with reduced geothermal gradients (1,5-3,0 °C / 100 m) on the bases of the geothermal gradient. A detailed geothermal model, which allows to predict subsurface geothermal conditions in poorly studied drilling areas of the sedimentary basin, is built up for the first time.

Key words: Pre-Yenissey sedimentary basin, geothermal zonality, geothermal gradient, temperature.

Зона развития рифей-палеозойских субплатформенных отложений левобережья р. Енисея академиком А. Э. Конторовичем названа Предъенисейской нефтегазоносной субпровинцией, которая рассматривается в качестве одного из наиболее перспективных источников прироста запасов нефти и газа [1].

Пластовая температура является одним из основных факторов, определяющих степень преобразованности рассеянного органического вещества горных пород, газо- и нефтеобразования, формирования и сохранения залежей УВ. Именно от температуры зависят физико-химические свойства и фазовое состояние газов, нефти и воды в пластовых условиях [2–4]. Общие вопросы геотермии и теплового потока Западной Сибири обсуждаются как в теоретическом, так и в экспериментальном плане в работах А. Д. Дучкова, О. Г. Жиро, В. А. Кошляка, А. Э. Конторовича, А. Р. Курчикова, Г. Е. Малофеева, У. И. Моисеенко, В. И. Роменко, С. И. Сергиенко, А. А. Смыслова, А. Р. Ставицкого, В. С. Суркова, Э. Э. Фотиади, Г. А. Череменского и многих других исследователей.

В структуре геотермического поля в основании осадочного чехла Западной Сибири установлена определенная геотермическая зональность. При детальном анализе выявлено несколько геотермических зон, которые имеют непосредственную связь с возрастом консолидации складчатости палеозойского фундамента Западно-Сибирской плиты. На одной из первых схем, составленной Н. Н. Ростовцевым с соавторами [5], выделено несколько структурно-тектонических зон, прошедших в различные периоды геосинклинальный этап развития (эпоху складчатости): байкальская, салаирская, каледонская и герцинская. Также на схеме территориально ограничены докембрийские жесткие массивы, существование которых подтверждено геофизическим материалом, оси антиклинорий и разломы, в том числе и глубинные. Позже в работах В. С. Суркова с соавторами [6–7] отдельно выделена приуральская область складчатости как продолжение структур Горного Урала, погребенных под чехлом Западно-Сибирского бассейна, т. е. восточная часть уралид (уральская ветвь герцинид). В этой же работе на основании геологических и геофизических материалов установлены особенности строения основных структурно-тектонических зон (антиклинали, синклинали, впадины и т. д.) и доказано существование мегацикличности в эволюции земной коры Западной Сибири (чередование деструктивной и конструктивной стадий).

По величине геотермического градиента Предъенисейский осадочный бассейн (нефтегазоносная субпровинция) относится к геотермической зоне байкалид с пониженными геотермическими градиентами (1,5–3,0 °С/100 м) (рис. 1, а). В направлении к структурам Сибирской платформы происходит значительное снижение величин теплового потока и характеристик геотермического поля, поэтому изучаемый регион характеризуется переходным типом геотермического разреза между Западно-Сибирским и Тунгусским осадочными бассейнами. Этот факт хорошо просматривается при анализе геотермических материалов, полученных в результате реализации проекта «Восток» (рис. 1, б). Так, в скв. В-1 и В-3, расположенных в западных районах Предъенисейского бассейна, значения пластовых температур для доюрских отложений составляют

60,9–105,1 °С и 85,6–112,7 °С соответственно, в то время как в скв. В-4, расположенной ближе к структурам Сибирской платформы, измеренные температуры в доюрских породах изменяется от 44,2 до 95,0 °С.

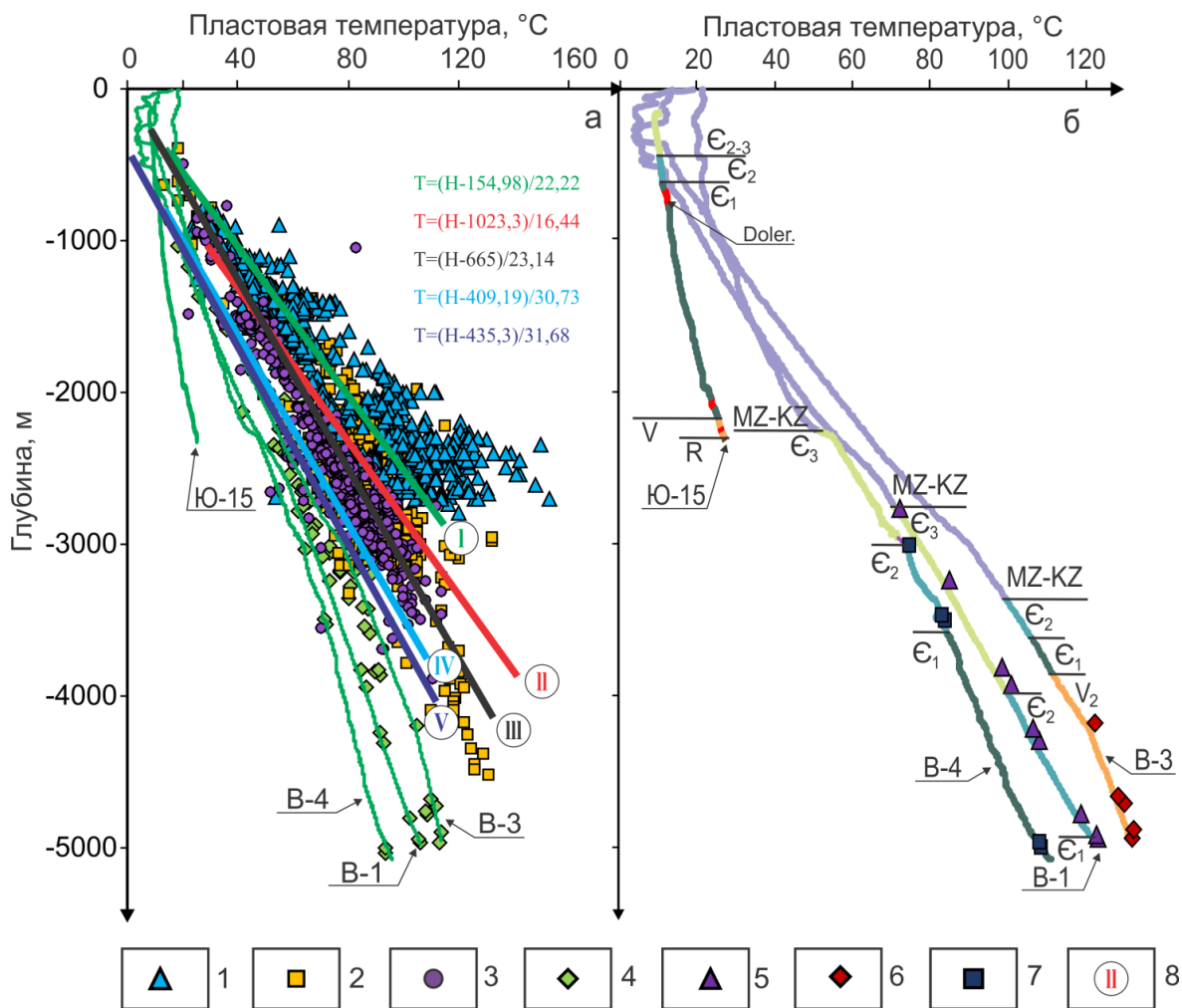


Рис. 1. Типы вертикальной геотермической зональности доюрских отложений Западной Сибири (а) и изменение пластовых температур с глубиной (б) в скважинах: Восток-1, Восток-3, Восток-4 и Юрубченская-15:

точечные замеры пластовых температур: 1 – Зауральская и Красноленинская моноклизы; 2 – район Владимировской мезомоноклинали и Северо-Парабельской мегамоноклинали; 3 – Центральная часть Западной Сибири; 4 – Предъенисейская мегамоноклиза; в скважинах: 5 – Восток-1; 6 – Восток-3; 7 – Восток-4; 8 – номер геотермической зоны в зависимости от времени консолидации складчатости: I – приуральской, II – каледонской, III – герцинской, IV – салаирской, V – байкальской

Анализ распределения геотермических градиентов доюрских отложений в скважинах проекта «Восток» показал в скв. В-1 незначительные вариации градиентов с 1,95–1,99 °С/100 м в отложениях кембрия. В скв. В-3 вниз по разрезу происходит уменьшение геотермических градиентов с 2,15 °С/100 м в породах среднего кембрия до 1,91 °С/100 м в породах нижнего кембрия и 1,49 °С/100 м в породах верхнего венда. Схожая тенденция наблюдается

в вертикальном геотермическом разрезе скв. В-4: в породах верхнего кембрия геотермический градиент составляет 2,15 °С/100 м, в породах среднего – 1,74 °С/100 м и в отложениях нижнего кембрия уменьшается до 1,43 °С/100 м. Геотермический разрез скв. В-4 ближе по величине геотермических градиентов и ступеней к разрезу западных районов Байкитской антеклизы, поскольку в пределах юго-восточных районов Западной Сибири градиенты намного выше. Отсюда схожесть верхнедокембрийско-палеозойских толщ Предъенисейской зоны, являющихся фундаментом восточных районов Западно-Сибирской геосинеклизы, с платформенным чехлом Сибирской платформы проявляется и при анализе гидродинамических и гидрогеотермических условий. Установлено, что по своим геотермическим условиям разрезы докембрийско-палеозойского гидрогеологического этажа скважин проекта «Восток» сопоставимы с разрезами западных районов Байкитской антеклизы Сибирской платформы [8–9].

Анализ распределения пластовых температур в пределах меловых и юрских гидрогеологических комплексов Предъенисейского осадочного бассейна выявил пеструю картину распределения значений геотермических градиентов. Например, в скважине В-1 он растет с глубиной от 1,89 (турон-олигоценые отложения) до 3,49 °С/100 м (низы верхнеюрских отложений), а затем снижается до 1,7 °С/100 м (нижняя часть ниже-среднеюрских отложений). В скважине В-3 геотермические градиенты также вначале растут от 1,7 до 3,41 (средняя часть ниже-среднеюрских отложений), а ниже снижаются до 2,24 °С/100 м.

На базе структурных построений, выполненных специалистами ИНГГ СО РАН, и полученной регрессионной зависимости пластовых температур с глубиной $T = -(27,497+H)/41,82$ был составлен комплект карт пластовых температур по основным стратиграфическим уровням (подошва верхнепротерозойско-палеозойских платформенных отложений, подошва кембрия (кровля тэтэрской (райгинской) свиты), кровля усольской (оксымской) свиты, подошва пыжинской свиты, подошва мезозойских отложений и кровля баженовской свиты).

На базе всего имеющегося качественного (отбракованного) геотермического материала была создана трехмерная геотермическая модель, показывающая вертикальную зональность исследуемого региона и позволяющая рассматривать характер изменения пластовых температур с глубиной и прогнозировать тенденции ее изменения на структурах, слабо обеспеченных фактическими данными (рис. 2). Исследуемый регион имеет дифференцированно построенное геотермическое поле сложной конфигурации, являющееся следствием насыщенных событиями геологической эволюции осадочного бассейна.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о весьма сложной структуре геотермического поля Предъенисейского осадочного бассейна, геотермические характеристики которого зависят от нескольких факторов, в первую очередь от особенностей геологического строения фундамента, его вещественного состава, времени консолидации складчатости и т. д. Во-вторых, большое влияние оказывает тектонический режим недр и, как следствие, отопляющее влияние межпластовых перетоков подземных вод из более погруженных горизонтов.

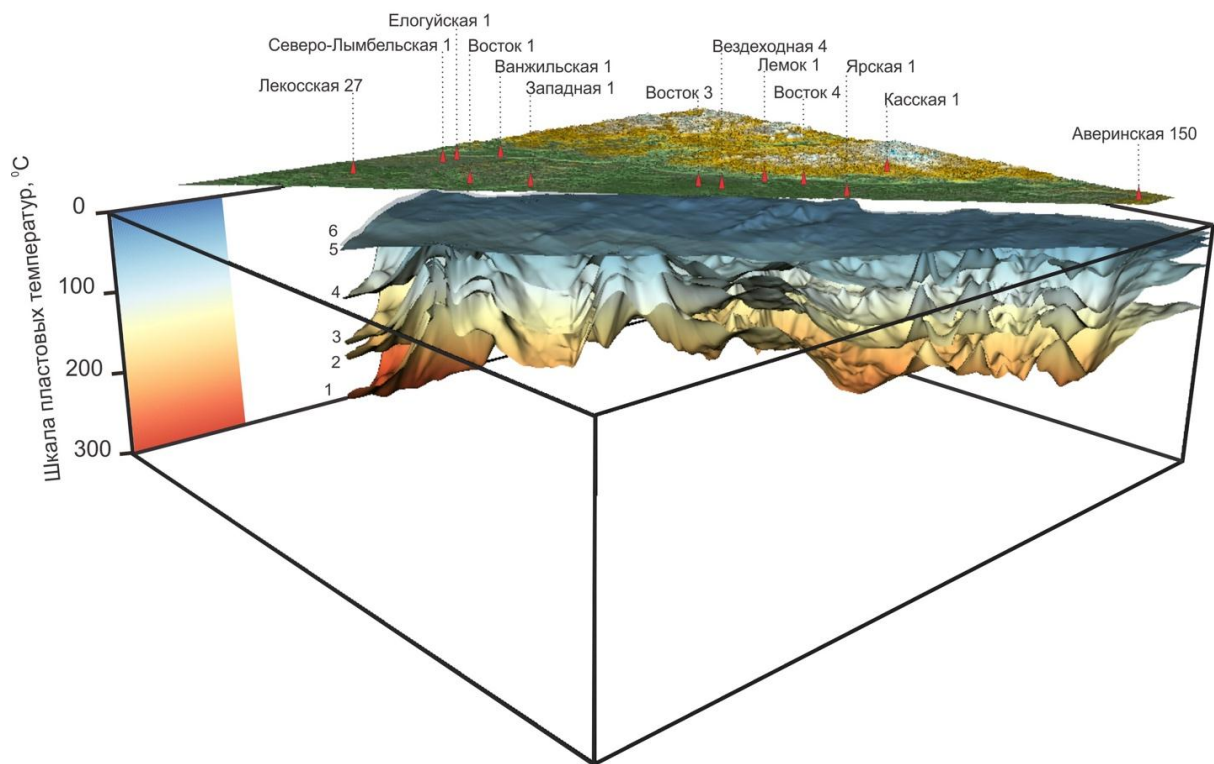


Рис. 2. Основные стратиграфические горизонты:

- 1 – подошва верхнепротерозойско-палеозойских платформенных отложений; 2 – подошва кембрия (кровля тэтэрской (райгинской) свиты); 3 – кровля усольской (оксымской) свиты; 4 – подошва пыжинской свиты; 5 – подошва мезозойских отложений; 6 – кровля баженовской свиты

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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.
2. Гидродинамика и геотермия нефтяных структур / Г. В. Богомолов, Ю. В. Мухин, Ю. А. Балакирев и др. – Минск : Наука и техника, 1975. – 239 с.
3. Кругликов Н. М., Нелюбин В. В., Яковлев О. Н. Гидрогеология Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна и особенности формирования залежей углеводородов. – Л. : Недра, 1985. – 279 с.
4. Курчиков А. Р. Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности. – М. : Недра, 1992. – 231 с.
5. Ростовцев Н. Н. Геологическое строение и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности. Труды ЗапСибНИГНИ, вып. 1. – М. : Недра, 1965. – 302 с.
6. Сурков В. С., Жеро О. Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М. : Недра, 1981. – 143 с.
7. Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Западно-Сибирской плиты / под ред. В. С. Суркова. – М. : Недра, 1986. – 149 с.
8. Новиков Д. А., Шварцев С. Л. Гидрогеологические условия Предъенисейской нефтегазоносной субпровинции // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50, № 10. – С. 1131–1143.
9. Новиков Д. А., Кох А. А. Геотермическая модель юго-западной части Курейской синеклизы в связи с нефтегазоносностью // Геология нефти и газа. – 2014. – №1. – С. 110–117.

© Ф. Ф. Дульцев, Д. А. Новиков, 2017