

ВЛИЯНИЕ ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ПОРОД НА ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ И РЕАЛИЗАЦИЮ НЕФТЕГЕНЕРАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

Искоркина А.А

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Методом палеотемпературного моделирования выполнена оценка влияния позднечетвертичных вечномерзлых пород на геотермический режим и реализацию нефтегенерационного потенциала баженовских отложений. Установлена необходимость применять «местный» вековой ход температур на земной поверхности и толщину мерзлоты мощностью 300 метров. Это позволит более корректно учесть историю главной фазы нефтеобразования.

Постановка задачи

В работе (Шарботян, 1974) исследовалась возможность образования многолетнемерзлых пород в позднечетвертичное время (табл. 1).

Таблица 1

Изменение во времени мощности многолетнемерзлых пород

Время, тыс. лет назад	Глубина положения нижней кромки мерзлоты, м	Вековой ход температур, °С
245	0	0
235	-350	-10,0
210	-450	-5,5
190	-550	-8,5
165	-450	-4,5
145	-400	-3,5
130	-350	-1,0
110	-300	-3,9
95	-300	-0,7
70	-250	-4,0
50	-250	-1,0
30	-200	-4,3
5	0	+2,5

Ранее уже исследовалось влияние палеоклимата (*векового хода температур на поверхности Земли*) на термическую историю и реализацию нефтегенерационного потенциала баженовских отложений на юго-востоке Западной Сибири [1, 2]. Особый интерес вызывают исследования для Западной Сибири при включении в модель палеотемпературных реконструкций не только вековой ход температур на земной поверхности, но и, *толщину мерзлоты как своеобразный литолого-стратиграфический комплекс. Цель наших исследований* – оценить влияние позднечетвертичных вечномерзлых пород на геотермический режим и реализацию нефтегенерационного потенциала баженовских отложений юго-востока Западной Сибири.

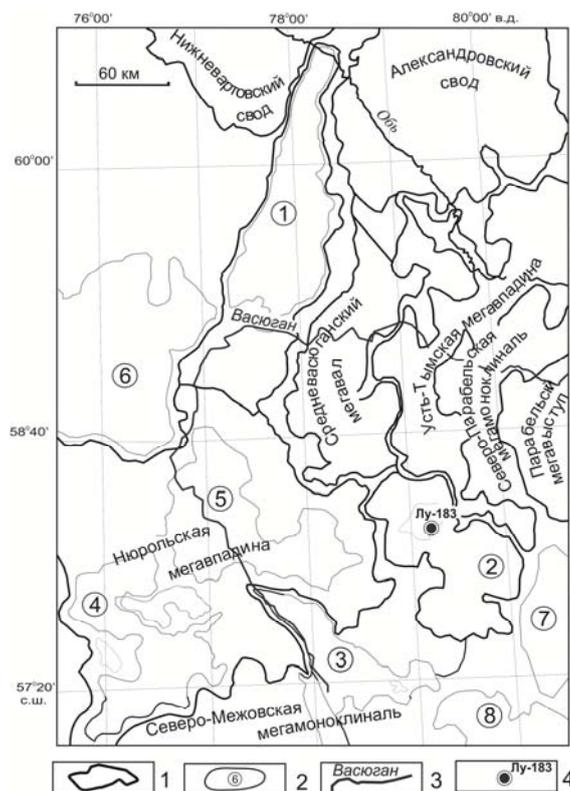
Характеристика объекта исследований

Моделирование палеогеотемпературных условий для баженовских отложений выполнено для осадочного разреза глубокой скважины 183 Лугинецкого месторождения (рисунок). На месторождении залежи УВ связаны в основном с верхнеюрскими коллекторами (горизонт Ю₁).

Методика исследований

Восстановление термической истории баженовских отложений выполняется на основе анализа варибельности результатов палеотемпературных реконструкций для двух вариантов, в каждом из которых по три допущения. Первый вариант *предполагает мощность мерзлоты до 300 метров*. Второй вариант *предполагает гипотетическую мощность мерзлоты до 1000 метров*. Допущения: 1) учет векового хода температур на поверхности Земли и толщ мерзлоты; 2) учет векового хода, без учета толщи мерзлоты; 3) без учета векового хода температур и толщи мерзлоты. Восстановление термической истории баженовской свиты выполнено на основе палеотектонических реконструкций и палеотемпературного моделирования [3].

В первом варианте мы приняли мощность толщи мерзлоты 300 метров. Формализованный учет толщи мерзлоты осуществляется, начиная с 240 тыс. лет назад, «мгновенной» (по меркам геологического времени, за 1,5+3,0 тыс. лет) заменой «нормальных» осадочных отложений толщей мерзлых пород со своими теплофизическими характеристиками. Затем, эта толща мерзлых пород перекрывает осадочный чехол в течение 179 тыс. лет. Далее, «мгновенно» (1,5 + 3,0 тыс. лет) толща вечной мерзлоты заменяется «нормальными» осадочными отложениями. И, далее существует «нормальный» осадочный чехол до настоящего времени, в последние 52 тыс. лет. *Во втором варианте* мы взяли мощность мерзлоты в 1000 метров, и все выполнялось аналогично первому варианту.



Положение исследуемой скважины Лугинецкая 183 на обзорной тектонической схеме юрского структурного яруса юго-востока Западной Сибири: 1 – структуры I порядка; 2 – структуры II порядка: 1 – Колтогорский мезопрогиб, 2 – Пудинское мезоподнятие, 3 – Лавровский мезовыступ, 4 – Южно-Нюрольская мезовпадина, 5 – Центральнюрольская мезовпадина, 6 – Нововасюганский мезовал, 7 – Горелоярское мезоподнятие, 8 – Калгачский мезовыступ; 3 – реки; 4 – исследуемая скважина

Результаты

При учете толщи мерзлоты и векового хода температур (мощность мерзлоты 300 метров, табл. 2), тепловой поток увеличился на 1,4 мВт/м² (до 53,6) по сравнению с его значением без учета мерзлоты (52.2). Объяснением этого является высокая теплопроводность мерзлой толщи.

Таблица 2

*Расчетные геотемпературы баженовской свиты в разрезе скважины Лугинецкая 183
(мощность мерзлоты 300 м)*

Время, млн лет назад	Вековой ход температур [Δ] °С	Учет хода температур и толщи мерзлоты		Учет хода температур, без учета толщи мерзлоты		Без учета векового хода температур и мерзлоты	
		Глубина баженовской свиты, м	Геотемпе- ратуры свиты, °С	Глубина баженовской свиты, м	Геотемпера- туры свиты, °С	Глубина баженовской свиты, м	Геотемпературы свиты, °С
0	0	2322	80	2321	81	2321	87
0,001	+1	2321	80	2320	81	2321	87
0,003	+2	2321	80	2320	81	2321	87
0,005	+3	2321	80	2320	81	2321	87
0,018	+1	2321	80	2320	81	2320	88
0,03	-2	2321	79	2320	81	2321	88
0,05	-1	2321	79	2320	81	2320	88
0,052	-1	2321	79	2320	81	2320	88
0,055	-1	2021	79	2320	81	2321	88
0,0565	-2	2321	79	2320	81	2320	88
0,07	-4	2321	79	2319	80	2319	88
0,09	-1	2321	79	2319	80	2319	87
0,11	-4	2321	79	2319	80	2319	87
0,13	-1	2321	79	2319	80	2319	87
0,15	-4	2321	80	2318	80	2318	87
0,19	-9	2321	83	2318	81	2318	87
0,21	-6	2321	84	2317	82	2317	87
0,222	-7	2321	85	2317	82	2317	87
0,225	-8	2321	86	2317	82	2317	87
0,235	-10	2321	86	2317	82	2317	87
0,2355	-9	2321	86	2317	82	2317	87
0,2385	-2	2021	86	2317	83	2317	87
0,24	0	2321	86	2317	83	2317	87
1,4	+1	2300	86	2299	83	2299	86
1,64	+1	2296	86	2296	83	2296	86
3,1	+2	2295	88	2295	85	2295	86
3,2	+2	2295	89	2295	89	2295	86
3,8	+12	2295	95	2295	93	2295	86
4,7	+3	2295	88	2295	85	2295	86
5,2	-3	2294	89	2294	86	2294	86
5,7	+7	2294	92	2293	89	2294	86
6,3	+10	2294	94	2293	90	2294	86
7	+4	2294	89	2293	86	2294	86
20	+15	2294	100	2293	97	2294	86
24	+16	2294	101	2293	98	2294	86
31,5	+17	2218	98	2218	95	2218	83
32,3	+16	2210	97	2210	94	2210	82
34	+15	2200	96	2200	93	2200	82
37,6	+14	2178	94	2178	91	2178	80
41,7	+12	2154	90	2154	87	2154	80
42	+11	2152	89	2152	87	2158	80
46	+8	2129	86	2129	83	2129	79
54,8	+19	2077	95	2077	92	2077	77
58	+24	2058	99	2058	96	2058	76
61,7	+22	2037	95	2037	92	2037	74

Время, млн лет назад	Вековой ход температур [°С]	Учет хода температур и толщи мерзлоты		Учет хода температур, без учета толщи мерзлоты		Без учета векового хода температур и мерзлоты	
		Глубина баженовской свиты, м	Геотемпературы свиты, °С	Глубина баженовской свиты, м	Геотемпературы свиты, °С	Глубина баженовской свиты, м	Геотемпературы свиты, °С
73	+15	1899	83	1899	81	1899	69
73,2	+16	1897	83	1897	81	1897	68
86,5	+22	1735	83	1735	81	1735	62
89,8	+22	1694	82	1694	80	1694	61
90	+23	1692	82	1692	81	1692	61
91,6	+22	1673	79	1673	77	1673	58
114,1	+21	870	50	870	49	870	29
118	+19	869	48	869	47	869	29
120,2	+19	869	47	869	47	869	29
132,4	+19	319	29	319	29	319	11
136,1	+19	245	14	245	27	245	8
Расчетный тепловой поток из основания, мВт/м ²			53,6		52,2		54,8

Наличие в этом расчете палеоочагов интенсивной генерации нефти (табл.2, заливка) объясняет вскрытую скважиной залежь в верхнеюрских отложениях. «Невязка» расчетных и наблюдаемых геотемператур оптимальная – ± 2 °С (табл. 3).

В случае неучета векового хода температур на дневной поверхности, расчетный тепловой поток также увеличивается на 2,6 мВт/м² (до 54,8). Но это не приводит к повышению геотемператур. Просто происходит компенсация энергетического дефицита, созданного отсутствием соляного источника тепла.

Расчет плотности генерированных баженовских нефтей R [4] (табл. 4) дает максимальное значение для случая учета векового хода температур и толщи мерзлоты в 300 м (68 усл. ед.). При учете *толщи мерзлоты с гипотетической мощностью 1000 метров* получены высокое значение плотности теплового потока – 59,3 мВт/м², что мало согласуется с экспериментальными данными для района.

Таблица 3

Сопоставление измеренных и расчетных температур (мерзлота 300 м)

Глубина, м	Измеренные температуры, °С	Способ измерения	Расчетные (учет хода температур и толщи мерзлоты), °С		Расчетные (учет хода температур, без учета мерзлоты), °С		Расчетные (без учета векового хода температур и мерзлоты), °С	
			Значение	Разница	Значение	Разница	Значение	Разница
2200	77	Пластовые	76	-1	78	+1	83	+6
2350	84	Пластовые	81	-3	82	-2	89	+5
2345	98	По ОСВ	101	+3	99	+1	87	-11

Таблица 4

Оценка плотности ресурсов генерированных баженовских нефтей (мерзлота 300 м)

№ п/п	Вариант	Расчетные ресурсы, усл. ед.	Количество расчетных временных интервалов (n)	Период работы палеоочага млн лет назад	Время работы палеоочага, млн, лет	Максимальные геотемпературы палеоочага генерации нефти, °С
1	Учет векового хода температур и мерзлоты	68	24	61,7–0,222	61,5	101
2	Учет хода температур, без учета мерзлоты	55	19	61,7–54,8 42–3,1	45,8	98
3	Без учета хода температур и мерзлоты	27	29	24–0	24	87

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00080 мол_а

Литература

1. Лобова Г.А., Осипова Е.Н., Криницина К.А., Останкова Ю.Г. Влияние палеоклимата на геотермический режим и нефтегенерационный потенциал баженовской свиты (на широтах Томской области) // Известия ТПУ. – 2013 – Т. 322. – № 1. – С. 45–50.
2. Исаев В.И., Искоркина А.А. Мезозойско-кайнозойский ход температур на поверхности Земли и геотермический режим юрских нефтематеринских отложений (южная палеоклиматическая зона Западной Сибири) // Геофизический журнал. – 2014. – Т. 36. – № 5. – С. 64–80.
3. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.
4. Лобова Г.А., Попов С.А., Фомин А.Н. Локализация прогнозных ресурсов нефти юрско-меловых НГК Усть-Тымской мегавпадины // Нефтяное хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 36–40.