

**ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА  
В ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ  
В СВЯЗИ С ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ**

© Микерина Т.Б.

*Кубанский государственный университет, Краснодар*

*В статье представлены результаты геотермических исследований теплового режима в разрезах глубокопогруженных мезозойских и кайнозойских отложений Азово-Кубанского нефтегазоносного бассейна, полученных в процессе бурения глубоких (более 5000м) скважин. Выявление особенностей распределения значений пластовых температур, геотермических градиентов, тепловых потоков в процессе погружения пород является одним из главных элементов оценки перспектив нефтегазоносности любого района, поскольку изучение теплового поля территории позволяет проводить моделирование катагенетической преобразованности глубокопогруженных нефтематеринских пород.*

***Ключевые слова:** тепловой режим, пластовая температура, геотермический градиент, тепловой поток, отражательная способность витринита, катагенез.*

**Вводная часть**

Отечественный и зарубежный опыт по изучению и анализу условий и закономерностей формирования теплового режима нефтегазоносных бассейнов свидетельствует о проведении достаточно широких исследований. Разработка научно-обоснованных геотермических показателей перспектив нефтегазоносности и направлений использования результатов геотермических исследований при поисках нефти и газа основывается на анализе и интерпретации тех геологических факторов, которые, с одной стороны, определяют формирование теплового режима, а с другой стороны, контролируют формирование, размещение и сохранение залежей УВ. Тепловой режим осадочно-породных бассейнов играет важную роль в процессах нефтегазообразования и устанавливается по результатам геотермических исследований. Абсолютные значения параметров теплового поля, характер и особенности их распределения в условиях отдельных районов и локальных структур несут довольно обширную информацию о геологических, гидрогеологических, геохимических условиях и процессах нефтегазообразования, размещения и сохранения возможных скоплений УВ. Геотермический режим нефтегазоносных бассейнов определяется целой группой факторов, главнейшим из которых являются кондуктивный перенос внутреннего тепла Земли.

**Материалы и методы исследования**

Многолетние геотермические исследования на территории Западного Предкавказья позволили установить разнообразный характер и особенности его теплового поля в условиях различных глубин и стратиграфических комплексов, однако наименее охарактеризованы отложения на глубинах более 5000 м.

Для определения основных параметров теплового поля, прежде всего, требуется высокоточное измерение пластовых температур в разрезах бурящихся скважин и, соответственно, необходима характеристика теплофизических свойств горных пород. Измерение пластовых температур для вычисления геотермических градиентов в глубокопогруженных отложениях Азово-Кубанского нефтегазоносного бассейна проводилось на ограниченном количестве площадей, поскольку для определения пластовой температуры необходима остановка скважины. Для проведения геотермических исследований должно установиться тепловое равновесие в разрезе,

нарушенное в процессе бурения осадочных пород. Длительность восстановления естественного температурного поля может колебаться в больших пределах, но не меньше 8-15 суток. В связи с длительностью измерений пластовых температур так мало данных об их значениях на больших глубинах. Из 40 площадей, где вскрыты осадочные породы на глубине более 5000 м только на 12 площадях определялись пластовые температуры. Теплопроводность горных пород зависит от литологии и их геологического возраста, и определяется только в лабораторных условиях с погрешностью от 2 до 10%. В Предкавказье на основании 140 измерений были определены вариации величин теплопроводности пород, которая менялась в пределах 0,65-3,38 мккал/см<sup>2</sup>сек. [1]. В Западном Предкавказье величины теплопроводности на изученных площадях на глубинах более 5000 м изменяются от 1,08 до 1,69 мккал/см<sup>2</sup>сек.

Абсолютные значения параметров теплового поля (тепловой поток, геотермические градиенты (ГГ) и пластовые температуры (Т°С пласт.) и особенности их распределения в недрах нефтегазоносных районов являются отражением не только характера геотектонического развития и строения территорий, но и выступают как один из основных термодинамических параметров, которые во многом определяют местоположение, масштабы и интенсивность реализации геолого-геохимических процессов образования, размещения и сохранения залежей углеводородов.

Особенно большое значение имеет изучение теплового режима нефтегазоносных бассейнов, поскольку от величин пластовых температур, геотермических градиентов и тепловых потоков зависит формирование нефтегазоносных комплексов Азово-Кубанского НГБ.

Целью работы является обобщение и интерпретация всех данных о геотермических условиях, существующих в глубокопогруженных отложениях АК НГБ, которые были накоплены за весь период проведения геологоразведочных работ в Краснодарском крае в мезозойских и кайнозойских нефтегазоносных комплексах и оценка влияния параметров теплового поля на катагенетическую преобразованность органического вещества (ОВ) в глубокопогруженных отложениях осадочного чехла. В Западном Предкавказье за весь период нефтегазопоисковых работ были пробурены на 40 площадях десятки глубоких (более 5000 м) скважин, вскрывших мезозойские и кайнозойские отложения в Западно-Кубанском прогибе (ЗКП), в Восточно-Кубанской впадине (ВКВ), на Тимашевской ступени (ТС), Динском валу (ДВ) и в Керченско-Таманском прогибе (КТП). Больше всего скважин было пробурено в ЗКП (19 пл.), значительно меньше в ВКВ (8 пл.) и на ТС (6 пл.).

Наиболее глубокой скважиной, пробуренной на юге территории АК НГБ, является скв. 250 на Левкинской площади (6755 м), вскрывшей палеоценовые отложения. Возраст осадочных отложений на забоях глубоких скважин представлен широко: от позднего триаса до олигоцена включительно.

В Западно-Кубанском прогибе геотермическими исследованиями на глубине 5000-5510 м охарактеризованы отложения среднеюрские (пл. Сергеевская), нижнемеловые (пл. Мирная Балка и Чебургольская), верхнепалеоценовые и кумские отложения на площадях Северская, Западно-Афипская и Левкинская. Пластовые температуры варьируют в широких пределах: от 151,6 (пл. Мирная Балка) до 178,3 °С на пл. Сергеевская.

На Тимашевской ступени на Медведовской площади в наиболее глубокой скважине №2 (6320 м) в нижне-среднеюрских пластовые температуры не замерялись, но в скв. № 1 на глубине 4312 м пластовая температура достигает 172 °С.

В Восточно-Кубанской впадине величины пластовых температур определялись в тоар-ааленских отложениях (пл. Лабинская) и в отложениях байосского и батского ярусов, а также юбилейной свиты и в верхнеюрских отложениях (пл. Темиргоевская и Кошехабльская). В юрских отложениях ВКВ температуры изменяются в тех же пределах, что и в Западно-Кубанском прогибе: минимальная температура пласта составляет 152 градуса на гл. 5105 м на пл. Лабинская, максимальная (189 °С) температура пласта зафиксирована на гл. 5485 м на пл. Темиргоевская.

Наименее прогреты отложения в Керченско-Таманском прогибе, где на глубине 5016-5514 м на пл. Таманской скв.2 пластовые температуры в майкопских отложениях изменяются от 146 градусов до 158. К западу на пл. Фонталовской скв.15 прогрев верхнемеловых отложений на глубине 5060 м значительно увеличивается по сравнению с пл. Таманской и составляет 156,6 °С. Этот район менее прогрет по сравнению с ЗКП и ВКВ, что связывается с выносом тепла в результате деятельности грязевых вулканов Таманского полуострова.

Для сравнения были использованы данные о пластовых температурах в группе месторождений ВКВ, ЗКП, КТП, где находящиеся на глубине 4500-5000 м, юрские, меловые и олигоценые отложения были охарактеризованы геотермическими исследованиями.

В ВКВ пластовые температуры варьируются в широких пределах: от 140 (Кузнецовская скв.6) до 168,5 (Тенгинская скв. 4). В ЗКП температуры изменяются в тех же пределах: от 142 (Левкинская скв. 95) до 173,5 (Мирная Балка скв.40). В КТП наблюдаются температуры от 144 (Таманская скв. 2) до 154 (Фонталовская скв. 15).

Анализ величин геотермических градиентов (ГГ) указывает на наличие определенной закономерности в их распределении в Западно-Кубанском прогибе с севера на юг. На северном борту ЗКП на пл. Чебургольская ГГ составляет 3,3, к юго-востоку (пл. Сергеевская) он увеличивается до 3,5, и начинает снижаться к югу от 3,2 (пл. Северская и Западно-Афипская) до 3,1(пл. Левкинская), и на пл. Мирная Балка снижается до 2,8 [2, 3, 4].

В Восточно-Кубанской впадине на пл. Лабинской, Темиргоевской и Кошехабльской четко отмечается снижение значений геотермических градиентов с увеличением глубины замера пластовой температуры.

Наиболее интенсивно значения ГГ также увеличиваются от юго-восточной части ЗКП в направлении с запада на восток к АВ, в зоне между Цицинским и Курджипским разломами, а также на востоке АВ в зоне Гиагинского разлома. В ВКВ возрастание ГГ наблюдается от центра к внешнему борту ВКВ, к зоне сочленения с АНВ и РКЗП по Невинномысский разлому. Таким образом, в Азово-Кубанском НГБ геотермические градиенты снижаются с глубиной и увеличением возраста отложений [2, 3, 4].

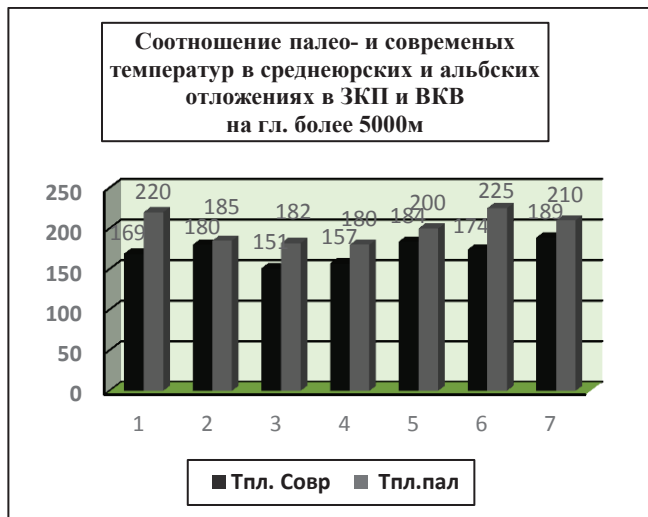
#### **Результаты и их обсуждение**

Определение катагенетической преобразованности рассеянного органического вещества в настоящее время проводится по множеству оптических и геохимических характеристик, таких как отражательная способность витринита (ОСВ), максимальная температура выхода жидких углеводородов при пиролизе (Т<sub>макс.</sub>), инфракрасная спектроскопия (ИКС) и др.

В глубокопогруженных отложениях Азово-Кубанского нефтегазоносного бассейна определение катагенетической преобразованности ОВ проводилось по отражательной способности витринита (данные КИМС, ВолгоградНИПИнефть, КраснодарНИПИнефть, ИГИРГИ), что позволило уточнить величины палеотемператур, в которых находились осадочные породы и сравнить их с современными температурам. В верхнеюрских и меловых отложениях ЗКП и юрских отложениях ВКВ на глубинах 4500-4990 м значения палеотемператур превышают современные. Такая же закономерность наблюдается в среднеюрских и альбских отложениях в Западно-Кубанском прогибе и Восточно-Кубанской впадине в интервале глубин 5001-5490 м (рис. 1). Однако в ЗКП в отложениях кумской свиты и майкопской на глубинах 4450-4995 м отмечается обратная зависимость: современные пластовые температуры выше значений палеотемператур (рис. 2).

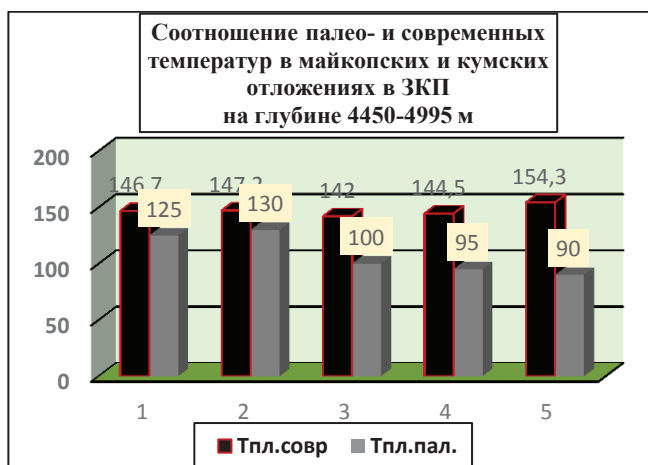
В Западно-Кубанском прогибе преобразованность органического вещества кумских отложений на пл. Левкинская соответствует грациям прото- и началу мезокатагенеза – ПК<sub>2</sub>, ПК<sub>3</sub> и МК<sub>1</sub> (Б<sub>2</sub>, Б<sub>3</sub> и Д). В майкопских же отложениях Западно-Афипской и Северской площадей ОВ более преобразовано и находится на грации

мезокатагенеза МК<sub>1</sub>(Д), что подтверждается и данными пиролиза и инфракрасной спектроскопии.



- 1- Чебургольская 1
- 2- Темиргоевская 7
- 3- Лабинская 7
- 4- Лабинская 7
- 5- Темиргоевская 8
- 6- Темиргоевская 7
- 7- Темиргоевская 8

Рис. 1.



- 1- Северская 5
- 2- Запад-Афипская 4
- 3- Левкинская 95
- 4- Левкинская 105
- 5- Левкинская 80

Рис. 2.

В результате проведенных геотермических исследований стало возможным определить величины тепловых потоков в осадочной толще АК НГБ [5]. Величины тепловых потоков в наиболее погруженных отложениях Западно-Кубанского прогиба на гл. более 5000 м в майкопских, эоценовых, нижнемеловых и среднеюрских отложениях изменяется от 45,2 до 62,8 мВт/м<sup>2</sup>.

Наиболее высокие значения тепловых потоков приурочены к северному и южному бортам Западно-Кубанского прогиба. В Восточно-Кубанской впадине наиболее высокие тепловые потоки отмечаются на южном борту в тоар-ааленских отложениях Лабинской площади на гл. 5105-5397 м, что связано, по-видимому, с влиянием теплового поля Северо-Западного Кавказа. На Темиргоевской и Кошехабльской площадях тепловые потоки равны и снижены по сравнению с южным бортом ВКВ. В Керченско-Таманском прогибе на площадях Таманская и Фонталовская в майкопских и верхнемеловых отложениях на глубине 5060-5514 м тепловые потоки равны и достигают 52,3 мВт/м<sup>2</sup>.

### **Выводы**

В данной работе были рассмотрены следующие геотермические параметры теплового режима (пластовые современные температуры, геотермические градиенты и тепловые потоки, преобразованность органического вещества и пород) в мезозойских и кайнозойских глубокопогруженных отложениях в Азово-Кубанском нефтегазоносном бассейне. Различный тектонический и геотермический режимы предопределили различную катагенетическую зональность в рассмотренных тектонических элементах. Сравнительный анализ современных пластовых и палеотемператур показал на наличие отставания катагенетической преобразованности органического вещества в наиболее молодых майкопских и кумских отложениях в ЗКП, особенно на южном борту ЗКП. Здесь отложения, залегающие на глубинах более 5000 с пластовыми температурами более 160-170 градусов, только входят в главную зону нефтеобразования (ГЗН). Нижнемеловые отложения северного борта на этих же глубинах (пл. Чебургольская, Абхазская), а также юрские отложения ВКВ уже выходят из зоны «нефтяного окна» (градации мезокатагенеза МК<sub>3</sub> (Ж), МК<sub>4</sub> (К). Наибольшей преобразованностью отличаются породы на северном борту ЗКП, соответствуя градации МК<sub>4</sub>-МК<sub>5</sub> (пл. Западно-Медведовская 3), что связано, по-видимому, с влиянием глубинного Новотитаровского разлома [4].

### **Литература**

1. Микерина Т.Б. Закономерности изменения теплового режима и катагенетического преобразования органического вещества мезозойских нефтегазоносных комплексов Западного Предкавказья и Северо-Западного Кавказа // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ВНИИОЭНГ, 2010. № 11. С. 32-37.
2. Микерина Т.Б. Тепловое поле средне- и верхнемиоценовых отложений Западно-Кубанского прогиба // Новые Идеи в Геологии Нефти и Газа-2015 (МГУ имени М.В. Ломоносова, 28-29 мая 2015 г.). М.: МГУ, 2015.
3. Микерина Т.Б. Формирование теплового режима и нефтегазоносность мезозойских отложений западного региона Кавказа // Новые Идеи в Геологии Нефти и Газа-2017 (МГУ имени М.В. Ломоносова, 25-26 мая 2017 г.). М.: МГУ, 2017. С. 216-220.
4. Сергиенко С.И. Тепловой поток в областях нефтегазоносности: автореферат дис. ... д.г.-м.н. Санкт-Петербург: ЛГУ, 1992. 34 с.
5. Чащук В.П., Матвиенко В.Н. Зависимость преобразованности органического вещества осадочных пород от теплового режима недр // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1981. № 9. С. 110-117.