

М. Ф. БЕЛЯКОВ

О СВЯЗИ ГЕОИЗОТЕРМ С ДОКЕМБРИЙСКИМ РЕЛЬЕФОМ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

(Представлено академиком Д. В. Наливкиным 11 XI 1948)

Геологическое строение местности оказывает существенное влияние на распределение тепла в земной коре. Это учитывали А. А. Иностранцев и Ф. Ю. Левинсон-Лессинг уже 40—60 лет тому назад, во время работ по изысканию трассы предполагаемого туннеля через Главный Кавказский хребет (1,2,4,15).

Связь геоизотерм с формой геологических структур особенно отчетливо вырисовывается на примере нефтеносных структур. Наблюдениями и теоретическим расчетом в ряде случаев было установлено, что при равной глубине от поверхности земли над сводами антиклиналей температура выше, чем на крыльях. Концентрируясь у гребней структур и постепенно спадая к бокам, температура образует геоизотермические поверхности, как бы подобные структурным поверхностям.

Такого рода явления подмечены в Грозненском районе (13,20) и на Апшеронском полуострове (17). Теоретически и практически они доказаны для многих погребенных структур Ишимбайского района (6—10), а также для соляных куполов типа Доссор-Таскудук Эмбенского месторождения (11). Доказана связь глубинных температур с термическим коэффициентом горных пород и формой глубинных структур (12). Эта связь порой настолько закономерна, что при известных условиях структурные карты можно составлять на основании одних измерений температуры в неглубоких скважинах.

В свете сказанного представляется интересным проследить, наблюдается или нет зависимость между геоизотермами и докембрийским ложем Русской платформы.

С этой целью нами был собран и подвергнут анализу термометрический материал по глубоким скважинам районов Средней Волги и Заволжья. В указанных районах температурные измерения производят обычно в скважинах с неустановившимся режимом, поэтому для наших целей удалось отобрать весьма ограниченный материал. Последний получен в результате замеров электрическим термометром сопротивления; однотипность аппаратуры, сходное состояние скважин и метода измерений позволяют рассчитывать на сравнительную точность приводимых ниже данных. Было бы желательным иметь данные геотермических измерений, полученные ртутными термометрами, которые дают большую точность в абсолютных значениях, но такие работы в районах Средней Волги не производились.

Для решения задачи были взяты два района: Самарская Лука и Бугуруслан, находящиеся друг от друга на расстоянии 200—270 км.

Самарская Лука расположена в приподнятой зоне кристаллического фундамента, Бугуруслан — в зоне депрессии. Кристаллическое ложе в районе Самарской Луки неоднократно вскрывалось на глубинах порядка 1500—1600 м; погружаясь к востоку, оно залегает в районе Бугуруслана на глубине уже около 3000 м (3,19).

Сравнительные данные геотермических измерений в этих районах приведены в табл. 1.

Таблица 1

Месторождение	Дата измерения температуры	Период покоя скважины до замера	Геои́зотерма 25° С на глубине в м	Геотермич. ступень в м/°С
Самарская Лука				
Зольный овраг	31 VII 1946 г.	7 дней	1080	50,2
Сызрань	3 II 1939 г.	1 мес.	1025	49,0
»	3 I 1939 г.	2 мес.	1040	49,8
»	25 II 1939 г.	20 дней	975	46,5
Бугуруслан	16 XI 1946 г.	3 мес.	1575	71,8

Геотермическая ступень для соответствующих глубин вычислялась нами по формуле:

$$G = \frac{H-h}{T-t},$$

где T — температура на глубине H , t — средняя годовая температура воздуха для данного места и h — глубина залегания слоя постоянной температуры. Согласно имеющимся данным (16), многолетняя

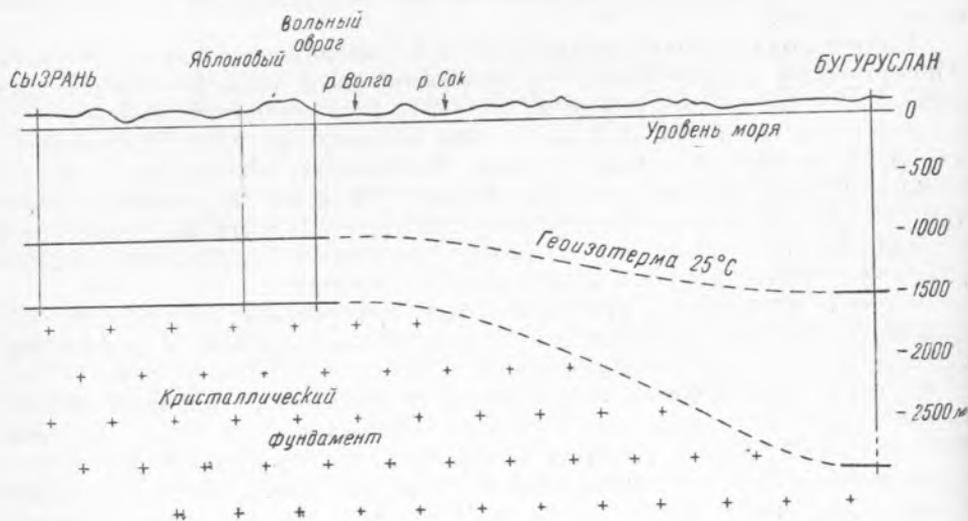


Рис. 1. Геои́зотерма 25°С по линии Сызрань—Яблонный овраг—Зольный овраг—Бугуруслан

средняя годовая температура воздуха для Зольного оврага составляет +4°С, для Сызрани +4,6°С и для Бугуруслана +3,4°С. Глубина залегания слоя постоянной температуры для всех случаев взята условно 25 м.

Полученные результаты нанесены на схему, изображенную на рис. 1. Из табл. 1 и рис. 1 видно, что геои́зотерма 25°С в районе Самарской Луки проходит на глубине примерно 1000 м; в Бугуруслане же она

залегает в $1\frac{1}{2}$ раза глубже. Соответственно для тех же случаев геотермическая ступень равна, округленно, 49 и 72 м/°С.

К сожалению, отсутствуют данные, которые показывали бы характер залегания докембрийского ложа и температурные условия в средней части участка между Самарской Лукой и Бугурусланом. Но, очевидно, приведенная схема более или менее близка к действительности.

Таким образом, обнаруживается определенная связь между геоизотермами и структурой Русской платформы в этом месте. Геоизотерма 25°С как бы повторяет очертание кристаллического фундамента. Отсюда следует тот практический вывод, что конфигурация поверхности и глубина залегания докембрийского фундамента в самых грубых чертах могут быть предугаданы измерениями температуры в скважинах, еще не вскрывших кристаллического ложа. Хотя поверхность докембрия располагается здесь на разных глубинах, с амплитудой до 1500 м, тем не менее температура этой поверхности, повидимому, не испытывает значительных колебаний и находится в пределах 32—35°С. Можно думать, что это обязано главным образом различию в теплопроводности осадочных толщ, слагающих регион. Однако в количественном выражении точный ответ может быть дан только после детального лабораторного изучения термических свойств этих толщ. Влияние наземного рельефа, в частности Жигулевских гор, в данном случае исключается; оно справедливо лишь для самых верхних частей разреза.

Любопытно отметить, что и геоизотерма 20°С испытывает некоторую связь со структурой региона. В районе Самарской Луки она проходит на глубине около 600 м, тогда как в Бугуруслане на глубине около 800 м. Но выше по разрезу эта связь постепенно исчезает. Геоизотерма 26—27° почти точно следует по кровле девона, хотя он залегает в районе Самарской Луки на глубине 1100—1200 м, а в Бугуруслане на глубине примерно 1700 м. На это обстоятельство недавно уже было обращено внимание и высказана мысль о возможности использования температурного фактора в качестве дополнительного параметра при статиграфических корреляциях, в частности, девонских отложений Русской платформы (18). Однако данные для доказательств были взяты из скважин, стоявших непродолжительное время в покое, что снижает их ценность*. Кроме того, если можно говорить о некотором совпадении температур по кровле девона, то этого никак нельзя сказать о кровле нижнего карбона, которой в Самарской Луке отвечает температура 20—21°С, а в Бугуруслане 23—24°С. Разница в 3—4° при учете геотермической ступени для Бугуруслана дает расхождение в 210—280 м, что вряд ли соответствует требованиям даже грубых корреляций. Еще большее расхождение получается для кровли среднего карбона, достигающее 5—7°С. Во всяком случае, пока важно отметить лишь то, что точность совпадений температур со стратиграфическими горизонтами возрастает по мере увеличения глубины, и наибольшей эту точность можно ожидать, следовательно, у ложа кристаллического фундамента.

Связь геоизотерм с формой поверхности докембрийского ложа с известной степенью точности можно проследить и в сторону Башки-

* Следует указать, что в районе Самарской Луки период покоя скважин для производства в них геотермических измерений на больших глубинах, вероятно, невелик. Это видно хотя бы из того, что в Яблоновом овраге в двух скважинах температура в 25°С найдена на глубинах, соответственно 1050 и 930 м, а в одной скважине в Сызрани — на глубине 1000 м, т. е. на тех же глубинах, что и в наших случаях. Между тем, эти скважины стояли перед замером всего 1 сутки. Однако для решения этого вопроса нужна постановка специальных исследований.

рии, например к Туймазам, находящимся в 135 км к СВ от Бугуруслана. Однако из-за отсутствия лучших данных нам придется в этом случае воспользоваться температурными замерами, произведенными в скважинах с периодом покоя в $3\frac{1}{2}$ —5 дней.

Кристаллический фундамент в направлении от Бугуруслана к Туймазам обнаруживает подъем и вскрывается в Туймазах на глубинах, в среднем, 1800 м. Согласно температурным замерам, произведенным электротермометром в 1947—1948 гг., в двух скважинах на глубине 1100 м зарегистрирована температура в 19°C , что дает геотермическую ступень в $66 \text{ м}^{\circ}\text{C}$, с учетом для Туймазы средней годовой воздуха в $2,7^{\circ}\text{C}$ (5). В другой скважине на глубине 1000 м была получена температура в $18,5^{\circ}\text{C}$, что соответствует геотермической ступени в $61,7 \text{ м}^{\circ}\text{C}$. Наконец, на глубине 900 м термометр показал $17,2^{\circ}\text{C}$, что дает геотермическую ступень в $60,3 \text{ м}^{\circ}\text{C}$. Принимая во внимание эти значения ступеней и ведя расчет до глубины 1800 м, мы получаем проектную температуру для поверхности кристаллического фундамента, равную 30 — 32°C , т. е. близкую к той, которая отмечена нами ранее для Самарской Луки и Бугуруслана.

Обращает на себя внимание значительная величина геотермической ступени для указанных районов, превышающая нормальную ($33 \text{ м}^{\circ}\text{C}$) иногда в 2 раза и более. К слову сказать, такого же порядка ступени (и даже больше) найдены и для ряда других мест Русской платформы (14). Помимо местных причин, здесь, по всей видимости, сказывается общая тектоническая древность платформы, удаленность ее магматических очагов, а также совсем еще недавний ледниковый период, охлаждающее влияние которого могло сохраниться в верхних частях земной коры до настоящего времени.

Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский
геолого-разведочный институт

Поступило
9 XI 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. Ф. Беляков, Природа, № 9 (1946). ² Д. С. Белянкин, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг и др., Геологические исследования в области перевальной ж. д. через Главный Кавказский хребет, СПб, 1914. ³ В. А. Долицкий, А. А. Сафонцев и Г. Г. Цыпленков, Нефт. хоз., № 2 (1948). ⁴ А. А. Иностранцев и др., Через Главный Кавказский хребет, СПб, 1896. ⁵ Климатический справочник СССР, в. 9, Свердловск, 1946. ⁶ С. С. Ковнер, ДАН, 56, № 5 (1947). ⁷ С. С. Ковнер, ДАН, 55, № 7 (1947). ⁸ С. С. Ковнер и Б. Л. Шнейерсон, ДАН, 47, № 1 (1945). ⁹ С. С. Ковнер, ДАН, 42, № 6 (1944). ¹⁰ С. С. Ковнер, ДАН, 37, № 3 (1942). ¹¹ С. С. Ковнер, ДАН, 32, № 6 (1941). ¹² Н. Н. Корытникова, Изв. АН СССР, сер. геогр. и геофиз., № 3 (1943). ¹³ С. А. Красковский и Ш. Ф. Мехтиев, Изв. АН Азерб. ССР, отд. геол.-хим. наук, № 2 (1946). ¹⁴ С. А. Красковский, Геотерм. измер. в СССР, изд. АН СССР, 1941. ¹⁵ Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, Изв. СПб политехн. ин-та, 20 (1913). ¹⁶ Матер. по климату Ср. Поволжья, М.—Самара, 1931. ¹⁷ Ш. Ф. Мехтиев, Азерб. нефт. хоз., № 2—3 (1946). ¹⁸ Л. Н. Розанов, Нов. нефт. техн. геол., № 6/13 (1948). ¹⁹ Э. Э. Фотиади, ДАН, 57, № 8 (1947). ²⁰ А. М. Шайдеров, Азерб. нефт. хоз., № 4 (1929).