

С. С. КОВНЕР

**РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ АНТИКЛИНАЛИ  
ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМ И ГОРИЗОНТАЛЬНОМ  
ЗОНДИРОВАНИИ**

(Представлено академиком О. Ю. Шмидтом 8 III 1947)

В работе (1) мы дали качественное исследование термической аномалии, обязанной своим происхождением погребенному массиву. Под термической аномалией этого типа мы понимаем разность между температурами нормального поля, соответствующего плоско-параллельному залеганию исследуемых пластов, и поля, соответствующего антиклинальному изгибу одного или нескольких из них.

В настоящей заметке мы приводим краткую сводку результатов большого числа расчетов, сделанных нами с целью оценить ожидаемые размеры термических аномалий ряда профилей, типичных для районов 2-го Баку, в частности Ишимбайских месторождений.

Расчет проводился с помощью методов, описанных в работах (2) и (3). Они сводятся к некоторым приемам ускоренного приближенного интегрирования уравнения стационарного теплового потока, проходящего через слои соответствующей теплопроводности и конфигурации.

В работах (3-6) были приведены расчеты термических полей, соответствующих следующим геологическим профилям:

1) Разрез соляного купола типа Доссор-Таскудук (7) Эмбинского месторождения (3).

2) Три разреза через массивы, типичные для Ишимбая: Термень Елга, Восточный Массив, Юлдашево—Машаш (4).

3) Разрез через артинский массив, лежащий на склоне гравитационного максимума (5).

4) В работе (6), совместной с Б. Л. Шнеерсоном, изучено термическое поле разреза, по-иному схематизирующего геологическую природу массива типа „Термень Елга“, чем это сделано в работе (4).

В дополнение к этим были рассчитаны термические поля следующих разрезов, каждый из которых представляет собой самостоятельный тип:

5) Артинский массив в массе ангидрита. Артинский массив, боковая поверхность которого наклонена под углом  $45^\circ$ , имеет вершину на глубине 500 м, а подошву 1200 м от дневной поверхности. Вершина погружена в массу ангидрита прямоугольного сечения,  $600 \times 1200$  м, лежащую на глубине от 300 до 900 м параллельно горизонту и симметрично относительно оси купола. Уфимские отложения расположены параллельно горизонту до глубины 300 м. Объем между артинским известняком, массой ангидрита и уфимским красноцветом заполнен каменной солью.

6) Разрез типа „Яр-Бишкадак“. Артинский массив имеет вершину на глубине 900 м, а подошву — 2000 м. Уфимские отложения

лежат от дневной поверхности до глубины 600 м; между 600 и 900 м лежит слой ангидрита. Объем между ангидритом, склоном массива и артинским горизонтом заполнен каменной солью, так что здесь, как и в предыдущем случае, решается четырехслойная задача.

7) Компенсационная схема. Стремясь установить, при каких конфигурациях пластов метод термического зондирования над массивом на глубине 100 и 200 м даст наилучшие результаты, мы провели расчеты для массива в том случае, когда верхняя кровля кунгурских отложений, в нашем примере ангидрита, представляет собою зеркальное отражение в горизонтальной плоскости верхней кровли артинского известняка и тем самым геометрически компенсирует искривление линий тока тепла. Был изучен массив, вершина которого лежит на глубине 900 м, подошва 1200 м, симметричная антиклиналь уфимского слоя лежит между 300 и 600 м глубины.

Три последние разреза рассчитывались при тех же значениях термических констант, что и работа (6):

Уфимский красноцвет . . . . .	$K_1 = 0,0035$
Ангидрит . . . . .	$K_2 = 0,0074$
Каменная соль . . . . .	$K_3 = 0,0068$
Артинский известняк . . . . .	$K_4 = 0,0047$

Идея термической разведки в том виде, как мы излагали ее в предшествующих работах, сводилась к тому, что в ряде буровых скважин, расположенных вкрест простирания массива, на глубине 100 м производятся термические измерения, которые затем сравниваются с теоретически рассчитанным термическим полем того же разреза, где интересующий (в данном случае артинский) слой предположен лежащим горизонтально.

Для практического применения метода бурение специальных скважин представляет значительное затруднение, тем более, что, как показывает расчет, бурение на глубину, меньшую, чем 100 м, не дает надежных результатов, так как аномалии для меньших глубин уже лежат на грани величины ошибок наблюдения, точность которого не превосходит  $0,1^\circ$ .

В то же время в практике геологической разведки, на что обратил наше внимание крупнейший специалист в области геологической разведки А. А. Трофимук, часто встречаются случаи, когда разведочная буровая большой глубины в дальнейшем не используется и может служить прекрасным объектом для термометрических исследований.

Ставится, следовательно, вопрос о возможности обнаружения артинского массива не методом горизонтального зондирования над массивом, а методом бокового вертикального зондирования.

Проделанные ранее расчеты сразу позволили дать ответ о величине ожидаемого эффекта.

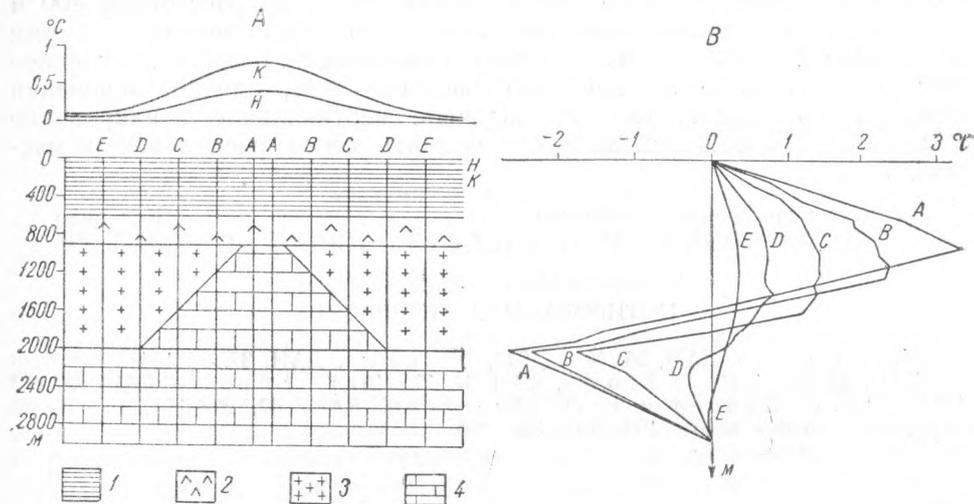
На рисунке приведено сопоставление тех и других данных для разреза типа „Яр-Бишкадак“. В нижней левой части чертежа дан геологический разрез. Величина аномалии, которую можно обнаружить горизонтальным зондированием над массивом, показана в верхней части чертежа, боковым вертикальным зондированием — в нижней правой части. Кривые, дающие величину термической аномалии в  $^\circ\text{C}$ , обозначены теми же буквами ( $AA$ ,  $BB$ , . . .), что и линии, вдоль которых производится термическое зондирование.

Кривая ( $AA$ ), дающая аномалию, соответствующую зондированию вдоль оси купола, имеет рассчитанную нами ранее из теоретических соображений ((1), рис. 2) S-образную форму. Кривая расположена так, как это соответствует случаю  $K_j > K_{j+1}$ , так как в нашем примере

$$K_j = K_3 = 0,0068, \quad K_{j+1} = K_4 = 0,0047.$$

Мы имеем подтверждение качественной картины, исследованной в (1) для этой и остальных кривых данного и всех остальных разрезов.

Количественный же расчет показывает, что на глубине вершины массива термическая аномалия достигает  $+3,38^\circ$ , на глубине подошвы  $-2,74^\circ$ .



Поле термической аномалии типа „Яр-Бишкадак“. А — горизонтальное зондирование над массивом, В — боковое вертикальное зондирование; 1 — уфимский красноцвет, 2 — ангидрит, 3 — каменная соль, 4 — артинский известняк

Кривая (BB), соответствующая боковому вертикальному зондированию на расстоянии 400 м от оси купола, обнаруживает аномалию, соответственно, от  $+2,31$  до  $-2,34^\circ$ , кривая (CC) при зондировании на расстоянии 800 м обнаруживает аномалию от  $+1,41$  до  $-1,72^\circ$ .

В то же время эффект горизонтального термического зондирования

	Горизонтальное зондирование		Вертикальное зондирование		
	100 м	200 м	через ось	400 м	800 м
Восточный массив . . . . .	1,26	2,59	+3,73 -1,36	+3,14 -0,20	+2,03 +0,11
Артинский массив на склоне гравитационного максимума . . . . .	0,54	1,20	+2,78 -1,75	+1,18 -1,16	+0,32 -0,42
Типа «Термень Елга» . . . . .	0,63	1,28	+2,75 -1,65	+2,17 -1,51	+1,33 -0,12
Артинский массив в массе ангидрита . . . . .	0,53	1,08	+2,40 -1,98	+1,63 -1,70	+0,67 -0,60
Типа «Яр-Бишкадак» . . . . .	0,38	0,77	+3,38 -2,74	+2,31 -2,34	+1,41 -1,72
Компенсационная схема . . . . .	0,1	0,21	+1,87 -2,13	+1,04 -1,38	+0,65 -0,03

над массивом на глубинах 100 и 200 м дает в нашем случае величину аномалии, соответственно равную 0,38 и 0,77°.

В прилагаемой таблице сведены значения теоретически рассчитанной величины термической аномалии, которую может обнаружить: 1) гори-

зонтальное зондирование на глубине 100 м (величина максимума над массивом); 2) то же на глубине 200 м; 3) вертикальное зондирование через ось купола (максимум у вершины массива, минимум у основания); 4) то же на расстоянии 400 м; 5) то же на расстоянии 800 м от оси купола.

Таким образом, расчет обнаруживает значительно бóльшую эффективность вертикального зондирования даже на расстоянии 400 м и более от оси массива, чем горизонтального зондирования над ним на глубине 100 или 200 м от дневной поверхности. Конечно, последнее дает более точную локализацию массива. Есть, однако, основания ожидать, что рационально поставленное вертикальное зондирование в нескольких скважинах позволит засекаать место расположения массива.

Институт теоретической геофизики  
Академии Наук СССР

Поступило  
8 III 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> С. С. Ковнер, ДАН, **55**, № 7 (1947). <sup>2</sup> Его же, ДАН, **37**, 22 (1942). <sup>3</sup> Его же, ДАН, **32**, 398 (1941). <sup>4</sup> Его же, ДАН, **37**, 115 (1942). <sup>5</sup> Его же, ДАН, **42**, 273 (1944). <sup>6</sup> С. С. Ковнер и Б. Л. Шнеерсон, ДАН, **47**, 29 (1945). <sup>7</sup> И. М. Губкин, Учение о нефти, 1937, стр. 365, 366.

Эквивалентная толщина		Эквивалентная толщина		Эквивалентная толщина	
г. м	г. м	г. м	г. м	г. м	г. м
10	10	10	10	10	10
20	20	20	20	20	20
30	30	30	30	30	30
40	40	40	40	40	40
50	50	50	50	50	50
60	60	60	60	60	60
70	70	70	70	70	70
80	80	80	80	80	80
90	90	90	90	90	90
100	100	100	100	100	100