

М. Ф. БЕЛЯКОВ

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ЗАВОДНЕНИЯ НА ТЕРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

(Представлено академиком С. И. Мироновым 28 III 1949)

Продолжительная эксплуатация нефтяных месторождений сопровождается перераспределением глубинного тепла, как предполагают, в сторону его суммарного уменьшения (², ³). К числу факторов, влияющих на распределение температуры в недрах нефтяного месторождения, надо отнести искусственное заводнение, применяемое в массовых масштабах на ряде старых промыслов с целью повышения пластового давления и улучшения условий отдачи нефти из пласта. Однако в литературе мне не удалось найти достаточных указаний относительно оценки и возможных последствий этого мероприятия в смысле его влияния на температурный режим земных недр.

В свете сказанного небезынтересен эксперимент, поставленный мною на одном из месторождений Эмбы, которое продолжительное время подвергается искусственному заводнению. Температура закачиваемой в недра воды летом составляет здесь обычно около 30—32°, а зимой — около 4—5°; следовательно, разница в температуре воды достигает примерно 25°.

Для решения вопроса были выбраны две много лет простаивающие скважины, одна из которых (А) находилась в районе заводнения (центр купола), а другая (Б) — на некотором удалении от этого района (крыло купола). Первая скважина имела забой на глубине 192 м и уровень жидкости на глубине 120 м, вторая — на глубинах, соответственно, 150 и 30 м; обе скважины обсажены 6" колоннами.

В июле и декабре 1948 г., т. е. через полгода, в этих скважинах дважды были произведены измерения температуры. Измерения происходили при помощи электрического термометра сопротивления, в стандартных условиях, применяемых для определения величины геотермического градиента.

Июльские замеры, помимо того, были проконтролированы измерениями ртутными максимальными термометрами, показавшими близкую сходимость результатов.

Полученные данные приведены в табл. 1 и на рис. 1 и 2.

Из сравнения результатов, полученных в июле и декабре, можно видеть, что в скважине Б температура осталась почти неизменной, тогда как в скважине А она в декабре понизилась по сравнению с июлем на 3—5°. В соответствии с этим геотермическая ступень, рассчитанная по известной формуле от нейтрального слоя почвы (25 м) до глубины 150 м, для скважины Б зимой и летом равна 15,6 м/°С, а для скважины А она изменилась от 10,7 м/°С в июле до 16,4 м/°С в декабре, т. е. увеличилась в 1,5 раза.

Таблица 1

Изменение температуры в скважинах, расположенных в зоне заводнения (скв. А) и в ее (скв. Б)

Глубина в м	Температура в скв. А в °С			Температура в скв. Б в °С		
	июль 1948 г.	декабрь 1948 г.	разница июль—декабрь	июль 1948 г.	декабрь 1948 г.	разница июль—декабрь
40	—	—	—	12,3	11,8	0,5
50	—	—	—	12,4	12,0	0,4
60	—	—	—	12,7	12,4	0,3
70	—	—	—	13,1	12,8	0,3
80	—	—	—	13,4	13,2	0,2
90	—	—	—	13,8	13,6	0,2
100	—	—	—	14,0	14,0	0,0
110	—	—	—	14,2	14,2	0,0
120	17,3	14,3	3,0	14,4	14,5	-0,1
130	18,1	14,8	3,3	14,6	14,9	-0,3
140	18,6	15,1	3,5	15,5	15,3	0,2
150	19,5	15,4	4,1	15,9	15,8	0,1
160	20,4	15,7	4,7	—	—	—
170	20,7	16,3	4,4	—	—	—
180	21,0	16,7	4,3	—	—	—
192	21,3	17,1	4,2	—	—	—

Не вызывает сомнения, что это является следствием низкой температуры воды, закачиваемой зимой под давлением на небольшую глубину в районе скважины А. Разница, полученная для скважины Б, не выходит за пределы средних ошибок обычных определений температуры таким способом. Возможно, что некоторый прирост температуры в скважине Б, получившийся в декабре на глубине 120—130 м, обязан постепенному подходу к этой скважине более теплой воды, закаченной летом в районе скважины А.

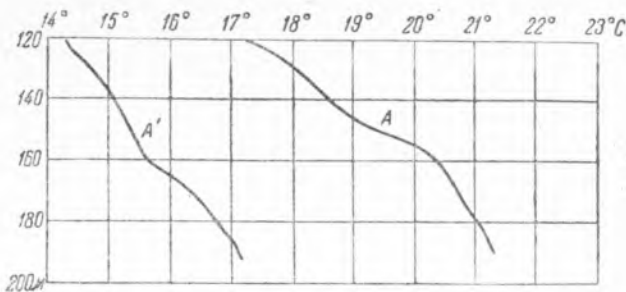


Рис. 1. Изменение температуры в скважине, находящейся в зоне заводнения. А — июльский замер, А' — декабрьский замер

Сопоставление данных, полученных для скважин А и Б в июле, показывает, что первая из них характеризуется более повышенной температурой, чем вторая. Одна из причин этого заключается в более теплой воде, закачиваемой в районе скважины А летом. Естественная температура в скважине А должна быть несколько больше той, которая определена зимой, и несколько меньше той, которая определена в ней летом. Эта естественная температура в скважине А должна быть больше, чем в скважине Б, что объясняется влиянием геологической структуры, которое здесь не рассматривается, но теоретически разбиралось уже несколько лет тому назад (1).

Установленный таким путем факт влияния искусственного заводнения на термальный режим нефтяного месторождения имеет большое значе-

ние и в другом отношении. Повышение температуры летом за счет заводнения, при прочих равных условиях, должно уменьшить вязкость нефти и повысить отдачу пласта. Наоборот, понижение температуры закачиваемой воды зимой будет способствовать увеличению вязкости нефти и, следовательно, ухудшению условий отдачи пласта.

Насколько серьезны последствия этих изменений в температуре, судить пока трудно. Возможно, что в конечном итоге они взаимно компенсируют друг друга. Но с точки зрения увеличения вязкости, максимум которой наступит весной, нагнетание холодной воды является все же неблагоприятным фактом. Его можно избежать, если закачивать в недра нефтяного месторождения горячую воду, беря последнюю от некоторых предприятий, на которых имеется бросовая горячая вода. Опыты с горячей водой, проводившиеся в Чусовских Городках и на Апшеронских промыслах (Краснодарнефть), дали положительные результаты (3).

Что касается общего теплового баланса нефтяного месторождения, то он может быть выявлен лишь после проведения многолетних геотермических исследований. Такие исследования не проводились нигде. Поэтому нельзя с определенностью говорить, что в связи с эксплуатацией суммарное тепло в недрах любого нефтяного месторождения уменьшается. В ряде бездействующих скважин Грозненского района по мере эксплуатации месторождений наблюдалось, наоборот, повышение температуры, обусловленное, по всей видимости, подтоком более глубоких и, следовательно, более горячих подземных вод. Метод разработки нефтяного месторождения с помощью горячей воды также сделает этот баланс положительным.

В настоящее время вполне назрела настоятельная потребность в проведении стационарных геотермических наблюдений на нефтяных промыслах. Материалы, полученные за многие годы, позволят изучить температурный режим нефтяного месторождения и наметить пути его рациональной эксплуатации.

В заключение считаю своим приятным долгом выразить благодарность Н. А. Калинину, много содействовавшему проведению описанного здесь опыта.

Всесоюзный нефтяной научно-исследовательский
геолого-разведочный институт

Поступило
31 I 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ С. С. Ковнер, ДАН, 32, № 6 (1941). ² С. А. Красковский, Геотермические измерения в СССР, изд. АН СССР, 1941. ³ М. Ф. Мирчинк, Нефтепромысловая геология, 1946.

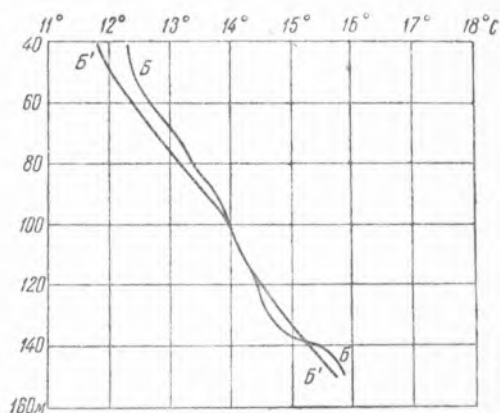


Рис. 2. Изменение температуры в скважине, находящейся вне зоны заводнения. Б — июльский замер, Б' — декабрьский замер