

О РАЦИОНАЛЬНОМ ЧИСЛЕ ОТВЕРСТИЙ В КОЛОННЕ НЕФТЕРАЗВЕДОЧНОЙ СКВАЖИНЫ

Л. А. ПУХЛЯКОВ

(Представлена профессором А. В. Аксариним)

Для решения вопроса о рациональном числе отверстий в нефте-разведочной скважине выберем нефтеносный пласт мощностью в 1 м и проницаемостью в 0,012 дарси и вскроем его скважиной радиусом 9,5 см (диаметр долота 190 мм), а затем опустим в данную скважину металлическую колонну, зацементируем ее и проперфорирруем. В процессе же перфорации сделаем в ней сначала одно отверстие, затем два, затем четыре, восемь и т. д. и определим для каждого нового числа отверстий приток в скважину при прочих равных условиях: вязкость нефти 0,8 спз, депрессия 20 ати.

Для простоты рассуждений допустим, что вскрытый нами пласт является достаточно рыхлым и потому каналы при отверстиях не сохраняются. В таком случае приток в скважину будет определяться соотношением

$$Q = \frac{2\pi k p}{\Delta P \cdot \mu \cdot (G_s + G_R)} \quad (1)$$

где ΔP — депрессия на пласт, ати, k — проницаемость пласта в дарси, μ — вязкость нефти в спз, p — число отверстий, а G_s и G_R — геометрические характеристики зоны влияния отверстий и зоны плоскорадиального потока в 1/см. Вторая из этих величин рассчитывается по формуле

$$G_R = \frac{n}{H} \ln \frac{R}{r+s}, \quad (2)$$

где H — мощность пласта в см, r — радиус скважины в см, R — радиус влияния скважины в см и s — радиус влияния отверстий, или половина среднего расстояния между центрами двух соседних отверстий в см.

Две первых из названных величин приведены выше, радиус влияния скважины в пределах настоящей задачи можно принять равным 10 000 см. Что касается радиуса влияния отверстий, то при высокой плотности перфорации, когда длина фильтра на одно отверстие $\frac{h}{n}$ не превышает 2,55 г, его следует рассчитывать по формуле

$$s = 0,5 \sqrt{2\pi r \frac{h}{n}}, \quad (3)$$

а при низкой плотности перфорации, когда длина фильтра на одно отверстие превышает 2,55 г, — по формуле

$$s = 0,5 \sqrt{\frac{h^2}{n^2} + 0,96\pi^2 r^2}. \quad (4)$$

Геометрическая характеристика зоны влияния отверстий при высокой плотности перфорации рассчитывается по формуле

$$G_s = \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{S} - \frac{1}{4r} \ln \frac{s}{\lambda} + \frac{s-\lambda}{16r^2} - 0,0117 \frac{s^2-\lambda^2}{r^3} + 0,0026 \frac{s^3-\lambda^3}{r^4}, \quad (5)$$

где λ — радиус отверстия в см, а при низкой плотности по формуле

$$G'_s = \frac{1}{\lambda} - \frac{0,14362}{r} - \frac{1}{4r} \ln \frac{2r}{\lambda} - \frac{1}{2S} - \frac{r^2}{8S^3} - 0,05625 \frac{r^4}{S^5} \quad (6)$$

Принимая радиус отверстия в колонне равным 0,5 см, находим, что при одном отверстии на метр приток в скважину будет равен 0,976 см³/сек, а при двух отверстиях на метр 1,901 см³/сек и т. д. (табл.). Иначе мы видим, что при малом числе отверстий в колонне

Т а б л и ц а

Число отверстий на 1 м	Радиус влияния отверстий, см	Геометрические характеристики		Притоки в скважину см ³ /с	Степень увеличения притока по сравнению с предыдущим в долях единицы
		зоны влияния отверстий, 1/см	зоны плоскорадиального потока, 1 см		
1	52,10	1,8805	0,0509	0,976	—
2	29,00	1,8715	0,1112	1,901	1,948
4	19,24	1,8616	0,2036	3,651	1,920
8	13,66	1,8477	0,4895	6,452	1,767
16	9,70	1,8243	1,0009	10,68	1,655
32	6,83	1,7888	2,0535	15,70	1,471
64	4,83	1,7360	4,1907	20,36	1,297
128	3,424	1,6591	8,5136	23,72	1,165
256	2,414	1,5466	17,236	25,69	1,083
Открытый забой	0,0	0,00	n·0,0695	27,09	—

удвоение этого числа ведет к увеличению притока почти в два раза. Однако в дальнейшем темп нарастания притока снижается. Например, увеличив число отверстий со 128 до 256, мы получаем приращение притока только в 1,083 раза.

Из сказанного следует, что нет необходимости доводить плотность перфорации до 256 отверстий на метр. Аналогичным образом из этого расчета вытекает, что при перфорации скважин не следует ограничиваться одним отверстием на метр. Возникает вопрос, какое количество отверстий в колонне следует считать рациональным.

Из таблицы видно, что геометрическая характеристика зоны влияния отверстий по мере увеличения плотности перфорации уменьшается, а геометрическая характеристика зоны плоскорадиального потока увеличивается. Очевидно, переломной точкой здесь будет та, где рассматриваемые характеристики будут равны между собой. Точка эта лежит между 16 и 32 отверстиями на метр, а дополнительные расчеты позволяют определить ее более точно. Рассматриваемые геометрические характеристики будут равны между собой при плотности перфорации 28 отверстий на метр.

С уменьшением радиусов отверстий геометрические характеристики их оказываются равными между собой при большем числе отверстий на метр. Таким образом, рациональное число отверстий увеличивается с уменьшением их радиусов. С уменьшением радиусов скважин оно уменьшается.