

*Е.В. Мамедова,  
к.т.н., доц.,  
Азербайджанский Государственный  
Университет Нефти и Промышленности  
г. Баку, Азербайджан*

## **О ПОВЫШЕНИИ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ**

**Аннотация:** данная статья посвящена проблеме добычи трудноизвлекаемых запасов нефти, залегающих в глинизированных пластах с низкой проницаемостью. По мере разработки коэффициент проницаемости снижается все больше. Поэтому одной из основных задач является восстановление и улучшение фильтрационных характеристик ПЗП. Проведен анализ влияния длины трещин в породе после проведения гидроразрыва пласта на производительность скважины и уменьшения негативного скин-эффекта.

**Ключевые слова:** нефтяной пласт, проницаемость, гидроразрыв, трещина, скин-фактор.

*Y. V. Mammadova,  
D of Ph E, Assoc.,  
Azerbaijan State Oil and Industry  
University,  
Baku, Azerbaidjan*

## **ON INCREASING THE PERMEABILITY OF THE BOTTOMHOLE ZONE OF THE OIL WELL**

**Abstract:** Oil production is increasingly faced with the problem of hard-to-recover oil reserves occurring in shale terrigenous formations with low permeability. As development progresses, the filtration characteristics of reservoirs deteriorate, as the permeability coefficient decreases more and more. Therefore, one of the main tasks is to restore and improve the filtration characteristics of the BFZ. An analysis was made of the influence of the length of cracks in the rock after hydraulic fracturing on the productivity of the well and the reduction of the negative skin effect.

**Key words:** oil reservoir, permeability, hydraulic fracturing, fracture, skin factor.

В настоящее время большинство нефтяных месторождений мира вступили в позднюю стадию разработки и характеризуются значительными объемами закачки и отбора воды, старением эксплуатационного фонда скважин,

ухудшением фильтрационных свойств коллекторов, обусловленной техногенным воздействием и другими признаками [1].

В коллекторах с низкой проницаемостью для значительного повышения продуктивности скважин рассмотрим метод массивов гидравлического разрыва пласта, создающего систему разветвленных трещин.

Рассмотрим задачу увеличения продуктивности подъемника при условии, что до мероприятия скин-фактор будет равен нулю и образованная трещина после проведения ГРП имеет бесконечную проводимость.

До образования трещины приток к скважине принимает вид плоскорадиального течения.

Представим модель фильтрации пластового флюида к забою скважины в виде сетки, разделенной ячейками на узлы с координатами по радиусу и по углу. Рассмотрим узел с центром  $(a=7, v=5)$  и давлением в центре  $P_{a,b}$ .

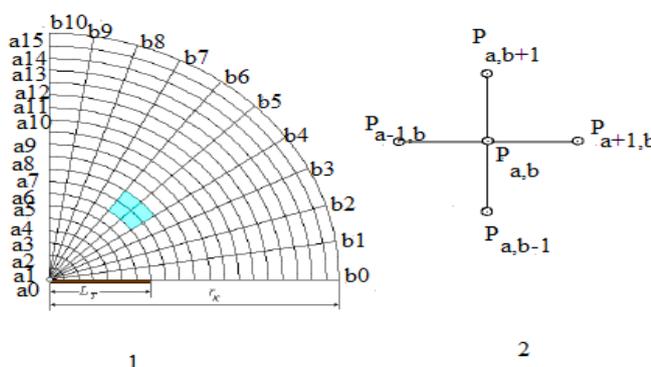


Рисунок 1. Схема для определения давлений в узлах сетки: 1 - сектор пласта, 2 - давления в ячейке.

Градиент давления в ячейках ( $a \div a-1$  и  $b \div b+1$ ) согласно закона Дарси определяется по зависимости:

$$P_{a,b} - P_{a-1,b} = q_{a-1,a} * \frac{\mu}{2\pi kh} \ln \frac{R_a - \Delta R}{R_a} \quad (1)$$

$$P_{a+1,b} - P_{a,b} = q_{a,a+1} * \frac{\mu}{2\pi kh} \ln \frac{R_a + \Delta R}{R_a} \quad (2)$$

$$P_{a,b+1} - P_{a,b} = q_{b+1,b} \frac{\mu}{k} * \frac{\varphi}{\Delta R h} \quad (3)$$

$$P_{a,b} - P_{a,b-1} = q_{b,b-1} * \frac{\mu}{k} * \frac{\varphi}{\Delta R h} \quad (4)$$

$R$  – радиус контура;  $\Delta R$  – шаг сетки по радиусу;  $\varphi$  - шаг по углу;  $q_{a-1,a}$  и  $q_{a,a+1}$  – расход жидкости между соответствующими ячейками.

При решении данных зависимостей необходимо учесть следующие граничные условия:

- в ячейках у стенки скважины давление остается постоянным;
- на контуре питания давление равно пластовому.

В рассматриваемом случае  $P_{a,b} = 100 \text{ атм.}$

При фильтрации пластового флюида по трещине, где проницаемость больше пластовой в 100раз, давление здесь приравнивается к давлению в скважине [2,3].

С другой стороны, продуктивность подъемника будет рассчитывается, как сумма дебитов между отдельными ячейками вблизи трещины:

$$Q = \sum_{a=0}^{a=a_t} q_i \quad (5)$$

В любой точке  $i$  величину дебита можно определить:

$$q_i = -\frac{k}{\mu} (P_{a,b=1} - P_{a,b=0}) * \frac{2\pi R\alpha}{\Delta R} \quad (6)$$

Определим дебит скважины для различных вариантов длин трещин, рассмотренных при моделировании. где полудлина трещины в два раза меньше радиуса питания.

$$\alpha = \frac{L_T}{R_k} = 0,5 \quad (7)$$

Полученная щель после проведения ГРП протяженностью 125м. имеет достаточную длину. Визуально можно наблюдать за распределением давления при различных фильтрациях.

Эти построения позволили рассчитать дебиты скважин для различной протяженности трещин [4], которые являются суммой всех потоков и оценить значение отрицательного скин-фактора, соответствующего данной длине трещины, при условии, что до проведения гидроразрыва значение его было равно нулю:

$$S = \ln \frac{R_k}{R_t} \frac{1-\nu}{\nu} \quad (8)$$

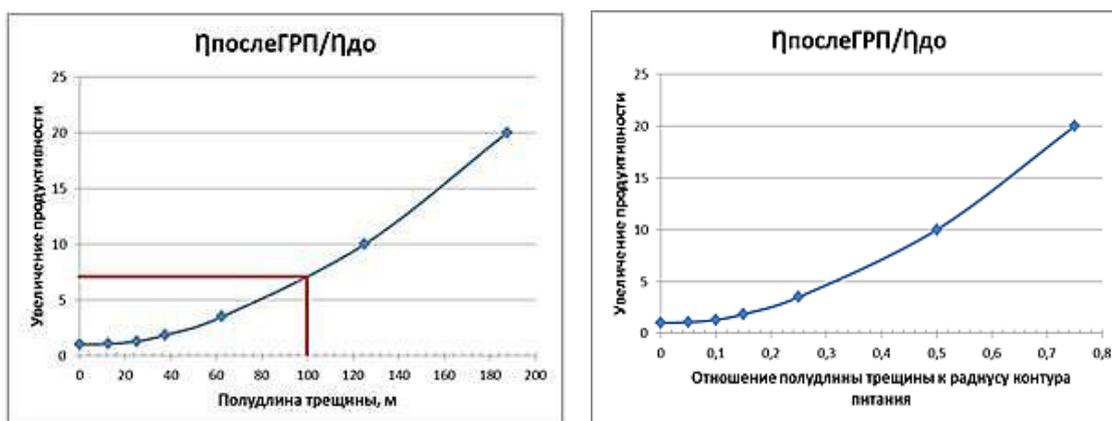


Рисунок 2 - Увеличение продуктивности для различных значений  $L_T/R_k$  и изменение коэффициента продуктивности для различных длин трещин

Из вышеприведенного следует, что длина трещины оказывает значительное действие на такие показатели как дебит и скин-фактор.

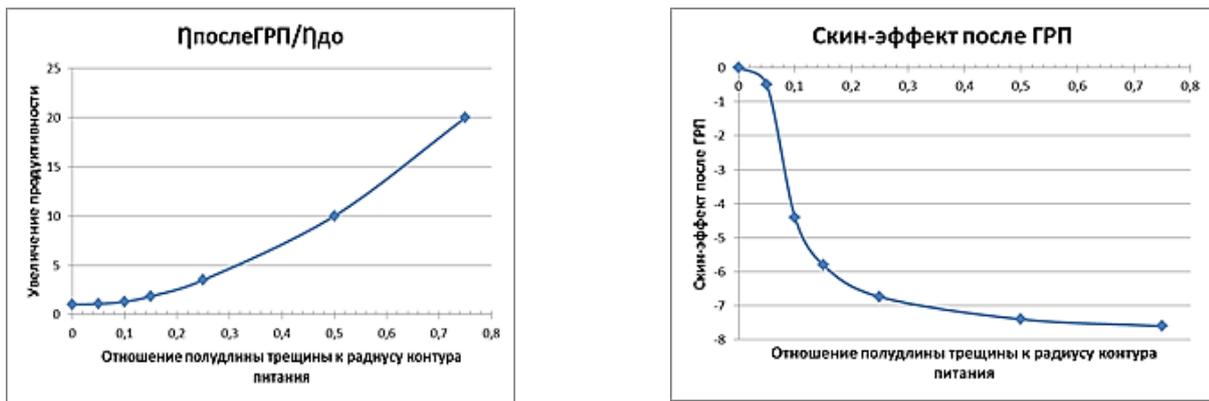


Рис. 5. Значение скин-фактора для различных значений параметра  $L_t/R_k$  и определение скин-эффекта в зависимости от параметра трещины.

Эта зависимость проиллюстрирована на графиках 2 - 5 (контур питания – 250м).

Анализ графического материала показал, что при достижении отрицательного значения скина (до -7,6), производительность увеличится также в 7раз и более. Это достигается путем проведения ГРП и получения в результате трещин длиной более, чем 100метров [5,6]. Данная методика, для повышения продуктивности, нуждается в правильном расчете закачки рабочего агента при определенной загрязненности призабойной зоны пласта.

В этой связи применять данные расчеты нельзя без точного знания величины скин-фактора до ГРП.

#### ***Список использованных источников и литературы:***

1. Мирзаджанзаде А.Х., Шахвердиев А.Х. Динамические процессы в нефтегазодобыче: Системный анализ, диагноз, прогноз. М.: Наука, 1977 – 254с.
2. Муслимов Р.Х. Методы повышения эффективности разработки нефтяных месторождений в поздней стадии // ВЕСТНИК ЦКР РОСНЕДРА. – 2008. - №1. – С.12-18.
3. Саранча А.В. Определение продуктивности скважин при гидроразрыве пласта. А.В. Саранча, М.Л. Карнаухов // Известия высших учебных заведений. – 2007. №4. С.29-32.
4. Билл Бейли. Диагностика и ограничение водопритокков / Билл Бейли, Майк Крабтри, Джеб Тайри и др. // Нефтегазовое обозрение. – 2001. – Весна – С. 44-67.
5. Саранча А.В. Разработка и исследование методов оценки и интерпретации кривых восстановления давления в скважинах после гидроразрыва пласта // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тюменский государственный нефтегазовый университет. Тюмень, 2008.
6. Мараков Д.А., Краснова Е.И, Инякин В.В., Забоева М.И., Левитина Е.Е. Опыт разработки нефтегазовых месторождений с применением гидроразрыва пласта // Академический журнал Западной Сибири. – 2014. – Том 10, №5. – С. 117-119.

© Е.В.Мамедова, 2023