

УДК: 622.276.65(470.41)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИИ ГРП НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН
В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНО-ЛЕНИНОГОРСКОЙ ПЛОЩАДИ
НГДУ «АЗНАКАЕВСКНЕФТЬ»**

Рахмаев Л.Г.

*Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа
e-mail: rakhmaev@mail.ru*

Аннотация. *Оценивалась эффективность технологии гидроразрыва пласта нагнетательных скважин по величине и динамике добычи нефти из соседних реагирующих эксплуатационных скважин. Рассматривалась степень влияния технологических факторов, таких как, давление гидроразрыва, мощность перфорированного пласта, объем проппанта, объем жидкости разрыва. Проанализировано влияние на дополнительную добычу таких показателей коллекторских свойств продуктивных пластов, как пористость, проницаемость, глинистость и нефтенасыщенность. Исследовалась зависимость величины дополнительной добычи в реагирующих скважинах от их расстояния до ближайшей очаговой скважины, где проводился гидроразрыв пласта.*

Ключевые слова: *скважина, гидроразрыв пласта, давление, добыча, пористость, проницаемость, глинистость*

Введение

В настоящее время в разработку широко вовлекаются трудноизвлекаемые запасы нефти, приуроченные к низкопроницаемым, слабодренлируемым, неоднородным и расчлененным коллекторам. Одним из эффективных методов повышения продуктивности скважин, вскрывающих такие пласты, и увеличение темпов отбора нефти из них, является гидравлический разрыв пласта (ГРП). Гидравлический разрыв может быть определен как механический метод воздействия на продуктивный пласт, при котором порода разрывается по плоскостям минимальной прочности благодаря воздействию на пласт давления, создаваемого закачкой в пласт флюида. Флюиды, посредством которых с поверхности на забой скважины передается энергия, необходимая для разрыва, называются жидкостями разрыва. В результате ГРП кратно повышается дебит добывающих скважин или приемистость нагнетательных скважин за счет снижения гидравлических сопротивлений в призабойной зоне и увеличения фильтрационной поверхности скважины, что приводит к росту конечной нефтеотдачи за счет приобщения к выработке слабо дренлируемых удаленных зон и пропластков.

Технология ГРП применялась на нагнетательных скважинах с целью повышения их приемистости, которая постепенно снижалась в процессе закачки пластовой воды. Основным объектом закачки является пласт «а» горизонта Д₁ (пашийский горизонт).

Эффективность технологии ГРП оценивалась в основном по величине и динамике добычи нефти из соседних реагирующих эксплуатационных скважин. При этом изучалось влияние на величину дополнительной добычи как геолого-физических, так и геолого-технических и технологических факторов.

На рис. 1а-г; 2а-г представлены соответствующие зависимости, которые позволяют оценить степень влияния перечисленных факторов на изменение дебита реагирующих скважин.

Постараемся вначале оценить степень влияния технологических факторов, таких, как давление при ГРП ($P_{ГРП}$); мощность перфорированного пласта ($h_{пл}$); объем проппанта ($V_{пп}$); объем жидкости разрыва ($Q_{ж.р.}$).

Полученные на рис. 1а-г зависимости позволяют сделать вывод о том, что дополнительная добыча реагирующих скважин пропорциональна величине соответствующих технологических факторов ($P_{ГРП}$, $h_{пл}$, $V_{пп}$, $Q_{ж.р.}$). При этом коэффициент корреляции изменяется от малых значений (0,29 для $h_{пл}$ и 0,3 для $V_{пп}$) до средних (0,5 для $Q_{ж.р.}$) и максимальных (0,8 для $P_{ГРП}$). Что является признаком более существенного влияния на дополнительную добычу величины давления при ГРП по сравнению с объемом жидкости разрыва ($Q_{ж.р.}$) и мощностью ($h_{пл}$).

Расчет длины трещины разрыва на основании использованного объема проппанта ($V_{пп}$) при изменении мощности пласта от 1 до 8 м показывает, что при раскрытости трещин в пределах 15 мм она меняется от 7 до 33 м, при мощности пласта 2 м и от 3 до 17 метров при мощности пласта 4 м.

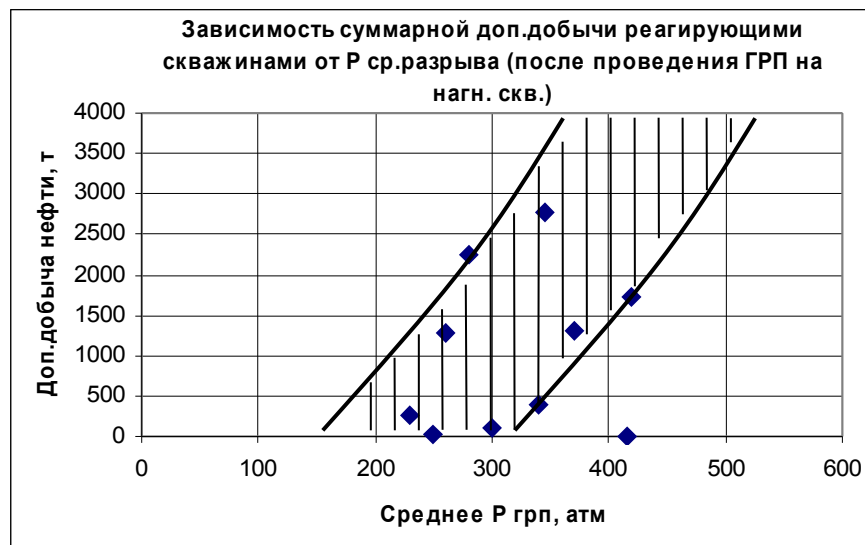
Также было проанализировано влияние на дополнительную добычу таких показателей коллекторских свойств продуктивных пластов, как пористость (K_p), проницаемость ($K_{пр}$) глинистость ($K_{гл}$), нефтенасыщенность (K_n), которые представлены на рис. 2а-г.

Подсчет коэффициента корреляции между величиной дополнительной добычи и коллекторскими свойствами пласта, выполненный по зависимостям представленным на рис. 2а-г., показывает, что они меняются от положительной величины (+0,68 для K_p) до отрицательной величины (-0,49 для K_n), приобретая при этом последовательно промежуточные значения -0,12 ($K_{пр}$) и -0,33 ($K_{гл}$).

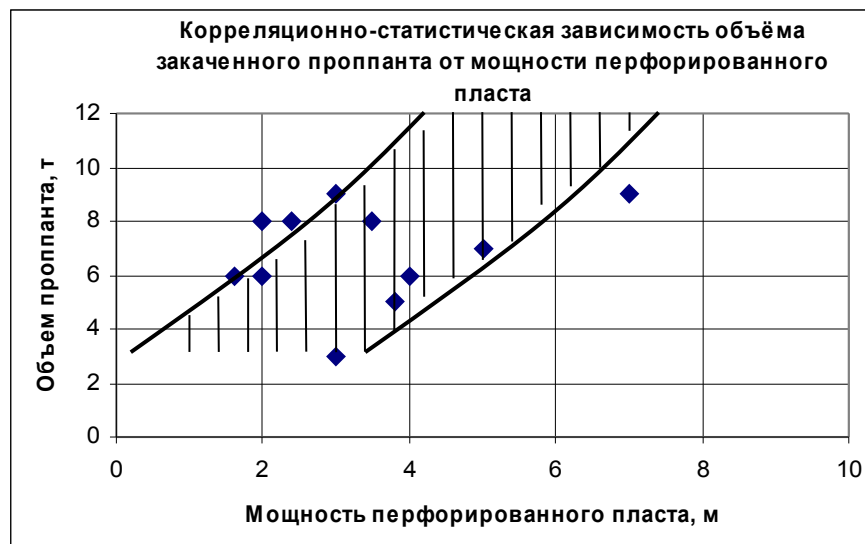
Исследовалась также зависимость величины дополнительной добычи в реагирующих скважинах от их расстояния до ближайшей очаговой скважины, где проводился ГРП. Результат такого исследования представлен на рис. 3.

Результаты анализа выполненных исследований показывает, что в отличие от технологических параметров, коллекторские свойства продуктивных пластов могут по-разному влиять на конечный результат, т.е. дополнительную добычу после ГРП, что является признаком взаимодействия жидкости разрыва с минералогическим составом продуктивного пласта.

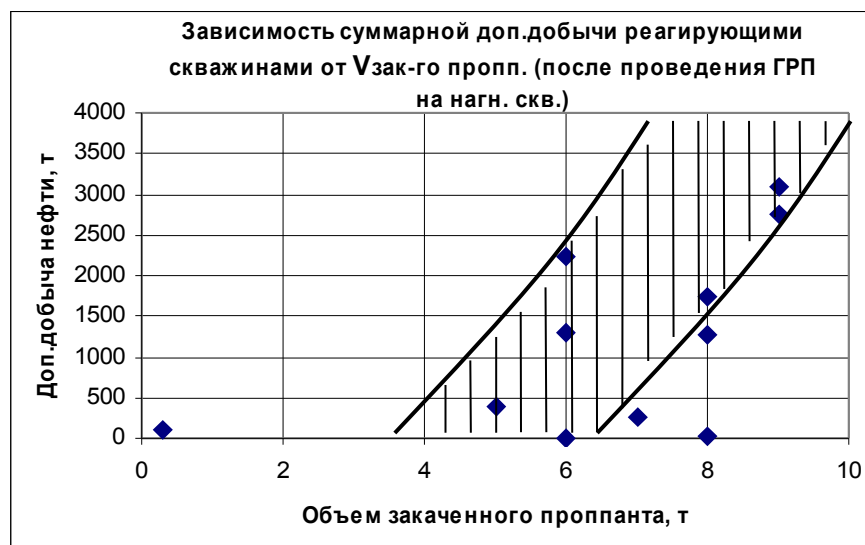
а)



б)



в)



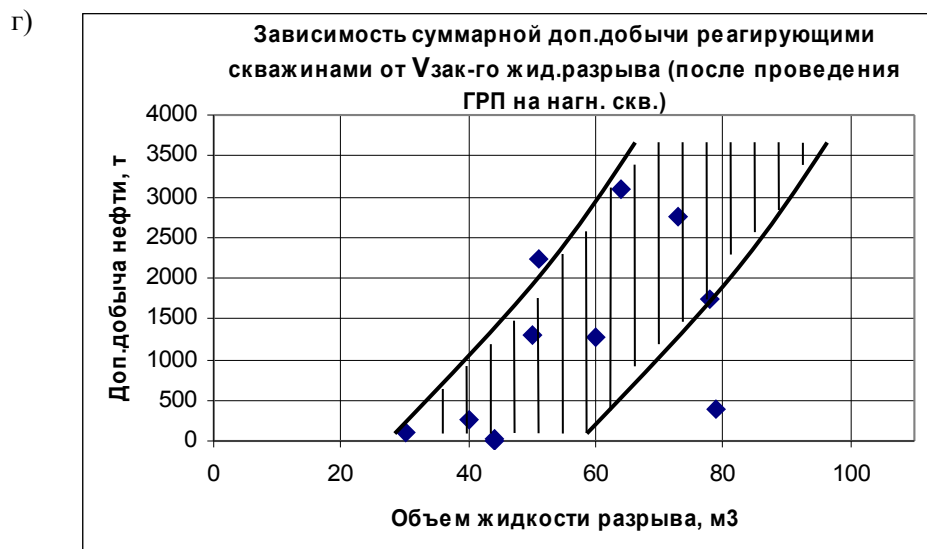
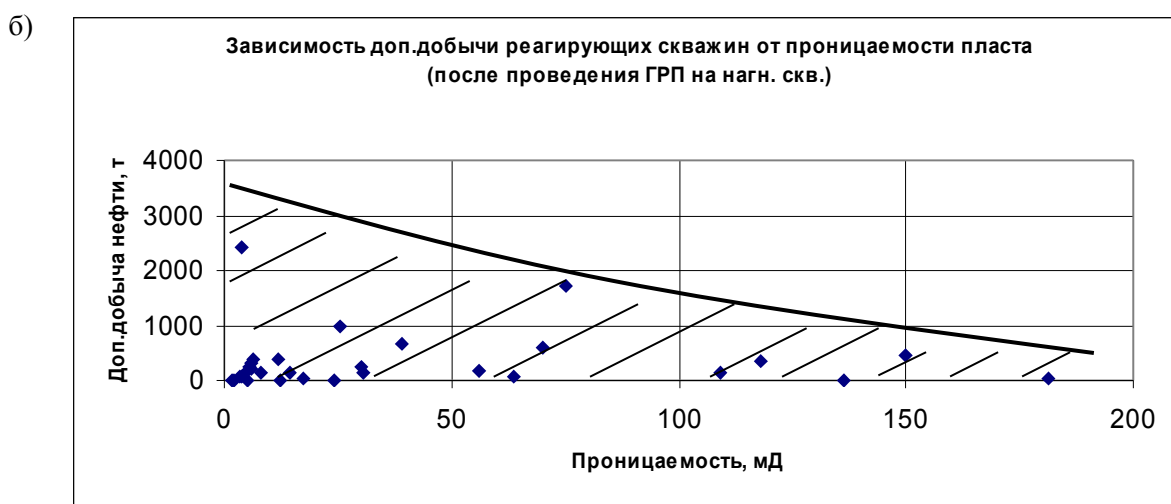


Рис. 1. Зависимость дополнительной добычи нефти из реагирующих скважин в зависимости от технологических параметров ГРП в очаговой нагнетательной скважине:
а – от $P_{\text{ГРП}}$; б – от $h_{\text{пл}}$; в – от $V_{\text{пл}}$; г – от $Q_{\text{ж.р.}}$.



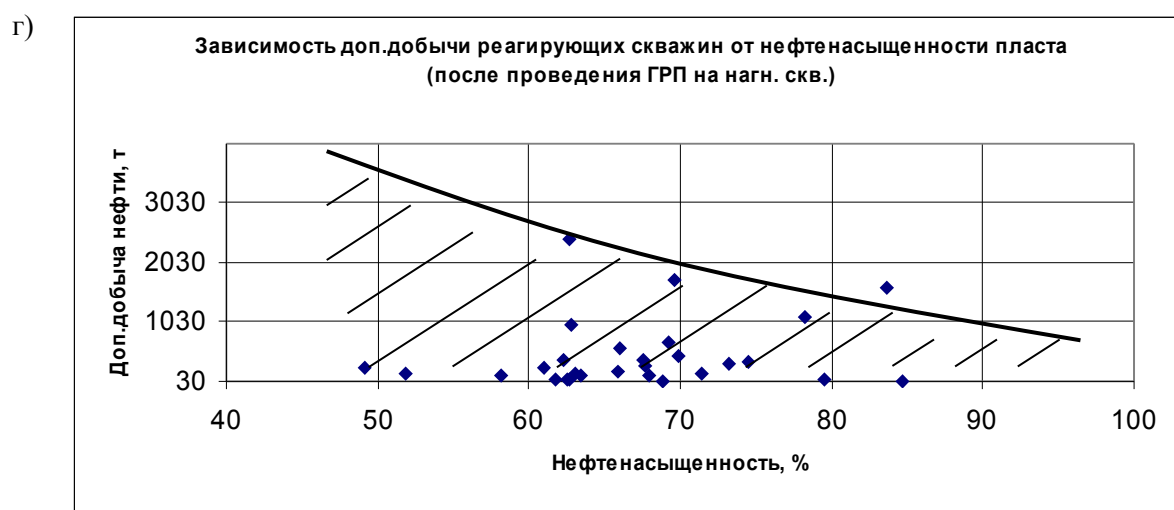
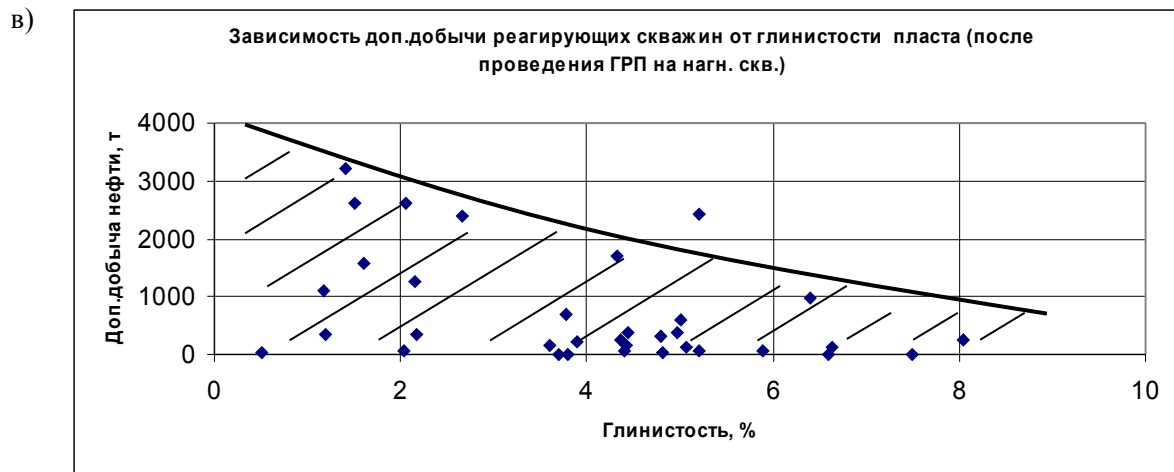


Рис. 2. Зависимость дополнительной добычи нефти в реагирующих скважинах после ГРП в очаговой нагнетательной скважине в зависимости от коллекторских свойств продуктивного пласта:

а – для K_p ; б – для $K_{пр}$; в – для $K_{гп}$; г – для K_n

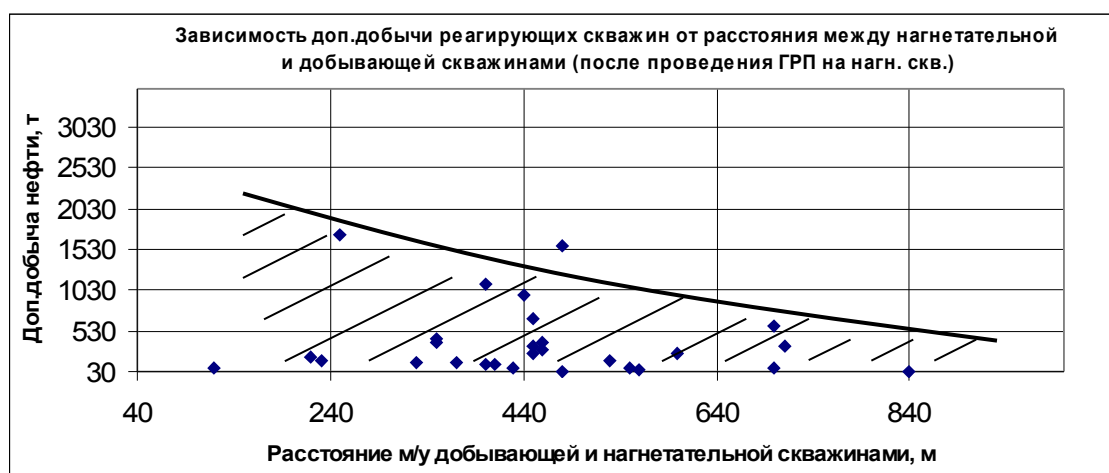


Рис. 3. Зависимость величины дополнительной добычи в реагирующих скважинах от их расстояния от ближайшей очаговой нагнетательной скважины

Так, например, если жидкость разрыва, фильтруясь в пласт, вызывает разбухание глинистого материала скелета горной породы, то это вызовет образование в бортах трещин малопроницаемого экрана, который будет препятствовать вызову притока нефти из пласта. Причем с ростом проницаемости пласта и его глинистости это явление кольматации будет прогрессировать и, соответственно, будет уменьшаться величина дополнительной добычи, полученная после ГРП. Именно по этой причине мы имеем отрицательный коэффициент корреляции для зависимости величины дополнительной добычи от $K_{пр}$ (-0,12), $K_{гл}$ (-0,33) и K_n (-0,49).

Выводы

1. Эффективность ГРП снижается с ростом проницаемости, что обусловлено опережающей фильтрацией жидкости разрыва в поровое пространство пласта.
2. Увеличение глинистости скелета горной породы способствует увеличению эффективности ГРП за счет снижения проницаемости порового пространства коллектора и, соответственно, уменьшения фильтрации в него жидкости разрыва.
3. Рост давления ГРП способствует увеличению длины трещины разрыва. При росте содержания глинистости в коллекторе, давление ГРП снижается, что, соответственно, приводит к уменьшению длины трещины разрыва.

Литература

1. Каневская Р.Д. Зарубежный и отечественный опыт применения гидро-разрыва пласта. М.: ВНИИОЭНГ, 1998. 40 с.
2. Каневская Р.Д., Дияшев И.Р., Некипелов Ю.В. Применение гидравлического разрыва пласта для интенсификации добычи и повышения нефтеотдачи. Журнал «Нефтяное хозяйство» №5, 2002. С. 92 - 98.
3. Логинов Б.Г. Блажевич В.А. Гидравлический разрыв пласта. М.: Недра, 1966. 148 с.

**THE ANALYSIS OF THE FACTORS, INFLUENCING UPON THE
EFFICIENCY OF HYDRAULIC FRACTURING ON INJECTION WELLS IN
VOSTOCHNO-LENINOGORSKAYA FIELD OF OIL-AND-GAS
PRODUCTION DEPARTMENT "AZNAKAYEVSKNEFT"**

L.G. Rakhmaev

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

e-mail: Rakhmaev@mail.ru

Abstract. *The efficiency of hydraulic fracturing according to the production rate and production performance of the neighboring recovery wells were assessed. The influence of such technological factors as breakdown pressure, perforated formation thickness, proppant volume, breakdown fluid volume was examined. Incremental oil production versus reservoir characteristics such as porosity, permeability, shaliness and oil saturation were analysed. Incremental oil production from respondent wells versus their distance to the nearest injection well fractured were studied.*

Keywords: *well, fracturing, pressure, production, porosity, permeability, shaliness*

References

1. Kanevskaya R.D. Zarubezhnyi i otechestvennyi opyt primeneniya gidrorazryva plasta (Foreign and domestic experience in the application of hydraulic fracturing). Moscow: VNII OENG, 1998. 40 p.
2. Kanevskaya R.D., Diyashev I.R., Yu.V. Nekipelov, Primenenie gidravlicheskogo razryva plasta dlya intensivatsii dobychi i povysheniya nefteotdachi (The use of hydraulic fracturing for production intensification and oil recovery enhancement). *Oil industry - Neftyanoe khozyaistvo*, Issue 5, 2002, pp. 92 - 98.
3. Loginov B.G. Blazhevich V.A. Gidravlicheskiy razryv plasta (Hydraulic fracturing). Moscow: Nedra, 1966. 148 p.