DOI: 10.17122/ntj-oil-2018-1-69-74

УДК 622.276.1/.4

Алсу Ф. Шакурова, Айгуль Ф. Шакурова, М.А. Маджидов, С.Р. Марупов
(Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета
в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Республика Башкортостан, Российская Федерация)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА НА КИСЛОРСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Alsu F. Shakurova, Aigul F. Shakurova, M.A. Majidov, S.R. Marupov
(Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum Technological University,
Oktyabrskiy, Republic of Bashkortostan, Russian Federation)

EFFICIENCY ANALYSIS OF HYDRAULIC FRACTURING IN KISLORSKOE OIL FIELD

Введение

В работе представлен анализ эффективности геолого-технических мероприятий, выполненных на скважинах Кислорского месторождения.

Цели и задачи

Провести анализ эффективности гидравлического разрыва пласта на Кислорском месторождении, дать оценку эксплуатационных характеристик скважин после гидроразрыва.

Результаты

Установлено, что положительное влияние на выработку запасов нефти по объекту оказало проведение таких геолого-технологических мероприятий, как зарезка боковых стволов с горизонтальным окончанием, проведение гидроразрыва пласта, дестрелов неперфорированных пропластков пластов, ремонтно-изоляционных работ. Основными причинами незначительного эффекта являются высокая обводненность добываемой продукции (связано с прорывом подошвенной воды) и низкие фильтрационно-емкостные свойства пласта в интервале гидроразрыва.

Background

The paper presents an analysis of the efficiency of geological and technical measures performed in the wells of the Kislorskoe oil field.

Aims and Objectives

Conduct an analysis of the effectiveness of hydraulic fracturing in the Kislorskoe field, assess the operational characteristics of the wells after the fracturing.

Results

It was established that the geological and technological measures such as sidetracking with a horizontal termination, the hydraulic fracturing of the formation, perforation of non-perforated layers of strata, the repair and insulation works had a positive impact on the development of oil reserves at the facility. The main reasons for the insignificant effect are the high water cut of the production (due to the breakthrough of the bottom water) and the low filtration and reservoir properties of the formation in the interval of hydraulic fracturing.

Ключевые слова: наклонно-направленные скважины, нагнетательные скважины, система поддержания пластового давления, многостадийный гидроразрыв пласта, опытно-промышленные работы, эффективность

Key words: deviant directional wells, injection wells, reservoir pressure maintenance system, multistage hydraulic fracturing, pilot industrial works, efficiency

В процессе эксплуатации Кислорского месторождения количество обработок осложненных скважин увеличивается, в связи с чем необходимы дополнительные мероприятия при проведении гидравлического разрыва пласта (ГРП), в частности предварительная закачка эмульсионных составов или глинистых растворов.

Основной задачей закачки эмульсионных составов и глинистых растворов перед проведением ГРП является закупоривание высокопроницаемых промытых каналов. Эмульсии не являются жесткими составами, но благодаря своим реологическим характеристикам имеют большую глубину проникновения по сравнению с глинистыми растворами. Реализация подобных мероприятий позволяет «реанимировать» скважины, находящиеся в длительном бездействии или консервации.

В работах [1-4] доказано, что геолого-физические и геолого-технологические параметры объектов воздействия оказывают влияние на технологический эффект от ГРП. Однако для ГРП с предварительной закачкой эмульсионных составов не установлена связь между объемом агента и снижением обводненности после проведения гидравлического разрыва пласта.

Всего на Кислорском месторождении с начала разработки было проведено 52 скважино-операции на эксплуатационном фонде, дополнительная добыча нефти составила 39,8 тыс. т (13,0 % от накопленной добычи по месторождению), в том числе за счет обработки околоскважинной зоны - 16,8 тыс. т, физических методов - 18,6 тыс. т, приобщения - 4,4 тыс. т

Технологический эффект от применения ГРП по добывающим скважинам составил 15,4 тыс. т, по нагнетательным скважинам - 33,5 тыс. т.

Графики показателей по нефти в течение года работы после проведения ГРП и за время продолжительности эффекта по эксплуатационным и вновь вводимым скважинам представлены на рисунках 1, 2.

Прирост нефти за отработанное время в год обработки после ГРП (рисунок 1, а) по 87,5 % скважин эксплуатационного фонда находится в диапазоне менее 2 тыс. т, по 12,5 % - дополнительная добыча составила более 5 тыс. т. Дополнительная добыча нефти за время эффекта по 62,5 % скважин составила менее 1 тыс. т (рисунок 1, б).

По 87,5 % скважин фонда из бурения дополнительная добыча нефти за отработанное время в год обработки после проведения ГРП (рисунок 2, а) находится в диапазоне менее 2 тыс. т. С течением времени количество высокоэффективных обработок (более 5 тыс. т) увеличилось до 62,5 %.

Таким образом, доля высокоэффективных обработок (более 5 тыс. т) по скважинам с ГРП фонда из бурения выше, чем по скважинам эксплуатационного фонда (12,5 % и 62,5 % соответственно).

За счет проведения трех операций ГРП на эксплуатационных скважинах получена наибольшая дополнительная добыча нефти - 7,0 тыс. т. Отметим, что порядка 73 % добычи нефти приходится на скважину № 150Р - 5,1 тыс. т. На скважинах фонда из бурения проведено по 4 обработки. Наибольшая дополнительная добыча жидкости и нефти составила 13,7 и 6,6 тыс. т соответственно.

Операции ГРП были выполнены на безводных скважинах с высоким и средним базовыми показателями по нефти - 10,7 и 6,4 т/сут соответственно. В среднем по эксплуатационному фонду за 1 мес. до ГРП дебит нефти составил 8,0 т/сут, дебит жидкости - 8,7 т/сут.

Средний дебит нефти за 1 мес. работы после ГРП по всем эксплуатационным сква-

жинам составил 15,7 т/сут, жидкости - 21,9 т/сут. Средний дебит нефти за 1 мес. работы после ГРП по всем вновь вводимым скважинам составил 10,8 т/сут, жидкости - 18,9 т/сут. На рисунке 3 представлена динамика изменения средних дебитов, приведенных на дату ГРП по скважинам эксплуатационного фонда и фонда из бурения.

Рисунок 1. Дополнительная добыча нефти за год работы после проведения ГРП и за время эффекта по эксплуатационным скважинам

Рисунок 2. Дополнительная добыча нефти за год работы после проведения ГРП и за время эффекта по скважинам из бурения

Рисунок 3. Динамика изменения средних дебитов, приведенных на дату ГРП по эксплуатационным (а) и вновь вводимым (б) скважинам

По эксплуатационным скважинам дебит жидкости в течение 18 мес. после ГРП снизился на 23,7 % - с 19,4 до 14,8 т/сут, дебит нефти на 55,6 % - с 15,1 до 6,7 т/сут.

Наблюдается также тенденция увеличения обводненности добываемой продукции.

В течение 18 мес. после ГРП средние дебиты жидкости и нефти по вновь вводимым скважинам снижаются на 17,5 % и 40,7 % соответственно (рисунок 3, б).

Таким образом, снижение эффекта по нефти на скважинах эксплуатационного фонда обусловлено, прежде всего, ростом обводненности [5-8].

Выводы

Поскольку операции гидроразрыва пласта на эксплуатационных скважинах выполнены в более поздние временные периоды эксплуатации, в условиях высокой выработки запасов и обводнения скважин в процессе эксплуатации, прослеживается снижение прироста дебита нефти за счет роста уровня обводненности.

Основными причинами низкого эффекта являются высокая обводненность добываемой продукции, что, в основном, связано с прорывом подошвенной воды, а также низкие фильтрационно-емкостные свойства пласта в интервале гидроразрыва.

Список литературы

1. Владимиров И.В., Манапов Т.Ф., Шакурова А.Ф., Аржиловский А.В. Обоснование выбора математической модели для оценки и распределения эффекта от ГРП единичной скважины на окружающие // Нефтепромысловое дело. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ». 2012. № 1. С. 57-58.
2. Владимиров И.В., Шакурова А.Ф., Аржиловский А.В., Васильев В.В. Влияние ориентации и

References

1. Vladimirov I.V., Manapov T.F., Shakurova A.F., Arzhilovsky A.V. Obosnovanie vybora matematicheskoi modeli dlya otsenki i raspredeleniya efekta ot GRP edinichnoi skvazhiny na okruzhayushchie [Substantiation of a Mathematical Model Choice for Assessment and Distribution of a Formation Hydraulic Fracturing Effect on a Single Well and Nearby Ones]. *Neftpromyslovoye delo - Oil*

протяженности трещины ГРП на коэффициент извлечения нефти и плотность сетки скважин // Нефтепромысловое дело. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ». 2012. № 1. С. 79-81.

3. Деев В.Г., Смородов Е.А., Исмаков Р.А. Методы экспресс-оценки качества фонда нефтедобывающих скважин // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2001. № 1. С. 40-45.

4. Бутов Л.Н. Применение различных методов повышения нефтеотдачи пластов // Сер. «Нефтепромысловое дело». М.: ВНИИОЭНГ, 1977. 58 с.

5. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. 816 с.

6. Рудой В.С., Жданова С.А. Повышение эффективности разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами // Сб. научн. тр. ВНИИнефть. 2005. Вып. 132. 180 с.

7. Девликамов В.В., Зейгман Ю.В. Техника и технология добычи нефти. Уфа: Изд-во УНИ, 1987. 116 с.

8. Стабинскас А.П. Оценка эффективности работы скважин после проведения гидравлического разрыва пласта // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. Вып. 1 (95). С. 10-20.

field Engineering, Moscow, ОАО «ВНИИОЭНГ», 2012, No. 1, pp. 57-58. (in Russ.).

2. Vladimirov I.V., Shakurova A.F., Arzhilovsky A.V., Vasil'ev V.V. Vliyaniye orientatsii i protyazhennosti treshchiny GRP na koeffitsient izvlecheniya nefti i plotnost' setki skvazhin [Influence of Orientation and Length of a Vertical Crack Left by a Formation Hydraulic Fracturing on Oil Recovery Factor and Density of Wells' Grid]. *Neftpromyslovoe delo - Oilfield Engineering*, Moscow, ОАО «ВНИИОЭНГ», 2012, No. 1, pp. 79-81. (in Russ.).

3. Deev V.G., Smorodov E.A., Ismakov R.A. Metody ekspress-otsenki kachestva fonda nefte dobyvayushchikh skvazhin [Methods for Express Estimation of Oil Wells Fund Quality]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Neft' i gaz - Journal «Higher Educational Institutions News. Oil and Gas»*, 2001, No. 1, pp. 40-45. (in Russ.).

4. Butov L.N. *Primeneniye razlichnykh metodov povysheniya nefteotdachi plastov* [Use of Different EOR Methods]. Ser. «Neftpromyslovoe delo» [Ser. «Oilfield Engineering»]. Moscow, VNIIOENG, 1977. 58 p. (in Russ.).

5. Mishchenko I.T. *Skvazhinnaya dobycha nefti* [Downhole Oil Production]. Moscow, Izd-vo «Neft' i gaz» RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina, 2003. 816 p. (in Russ.).

6. Rudoy V.S., Zhdanova S.A. Povysheniye effektivnosti razrabotki mestorozhdenii s trudnoizvlekaemymi zapasami [Improvement of the Efficiency of Developing Deposits with Hard to Recover Reserves]. *Sb. nauchn. tr. VNIIneft' - Collection of Scientific Works of VNIIneft'*, 2005, Issue 132, 180 p. (in Russ.).

7. Devlikamov V.V., Zeigman Yu.V. *Tekhnika i tekhnologiya dobychi nefti* [Technique and Technology of Oil Production]. Ufa, Izd-vo UNI, 1987. 116 p. (in Russ.).

8. Stabinskass A.P. Otsenka effektivnosti raboty skvazhin posle provedeniya gidravlicheskogo razryva plasta [Efficiency Estimation of Oil Well after Hydraulic Fracturing Treatment]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefti i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2014, Issue 1 (95), pp. 10-20. (in Russ.).

Авторы

• Шакурова Алсу Фагимовна, канд. техн. наук
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Октябрьском
Доцент кафедры «Разведка и разработка
нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 452607, Республика
Башкортостан, г. Октябрьский, ул. Девонская, 54 а
тел. (34767) 6-60-30
e-mail: alsu0017@mail.ru

The Authors

• Shakurova Alsu F., Candidate of Technical
Sciences
Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum
Technological University
Assistant Professor of Exploration and Exploitation
of Oil and Gas Fields Department
54 a, Devonskaya str., Oktyabrskiy, Republic
of Bashkortostan, 452607, Russian Federation
tel: (34767) 6-60-30
e-mail: alsu0017@mail.ru

• Шакурова Айгуль Фагимовна, канд. техн. наук
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Октябрьском
Доцент кафедры «Разведка и разработка
нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 452607, Республика
Башкортостан, г. Октябрьский, ул. Девонская, 54 а
тел. (34767) 6-60-30
e-mail: afagim@mail.ru

• Shakurova Aigul F., Candidate of Technical
Sciences
Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum
Technological University
Assistant Professor of Exploration and Exploitation
of Oil and Gas Fields Department
54 a, Devonskaya str., Oktyabrskiy, Republic
of Bashkortostan, 452607, Russian Federation
tel: (34767) 6-60-30
e-mail: afagim@mail.ru

• Маджидов Мухаммадали Абдухамидович
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Октябрьском
Студент кафедры «Разведка и разработка
нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 452607, Республика
Башкортостан, г. Октябрьский, ул. Девонская, 54 а
e-mail: muhammadalimath@mail.ru

• Majidov Muhammadali A.
Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum
Technological University
Student of Exploration and Exploitation of Oil
and Gas Fields Department
54 a, Devonskaya str., Oktyabrskiy, Republic
of Bashkortostan, 452607, Russian Federation
e-mail: muhammadalimath@mail.ru

• Марупов Собирджон Рахимович
Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Октябрьском
Студент кафедры «Разведка и разработка
нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 452607, Республика
Башкортостан, г. Октябрьский, ул. Девонская, 54 а
тел. (34767) 6-60-30

• Marupov Sobirdgon R.
Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum
Technological University
Student of Exploration and Exploitation of Oil
and Gas Fields Department
54 a, Devonskaya str., Oktyabrskiy, Republic
of Bashkortostan, 452607, Russian Federation
tel: (34767) 6-60-30