

УДК 62-9

ВНЕДРЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ СЕЛЕКТИВНОЙ ПАКЕРНОЙ КОМПОНОВКИ ОДНОЧАЩЕЧНОГО ИСПОЛНЕНИЯ НА СКВАЖИНАХ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Савельева Н.Н., Беляев О.В., Колосов Е.А.

*ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», филиал, Нижневартовск,
e-mail: nnsavelieva@yandex.ru*

Рассматривается внедрение технологии проведения гидроразрыва пласта с использованием односекционного пакера. Целью настоящего исследования является повышение эффективности гидравлического разрыва пласта при разработке боковых горизонтальных стволов, как следствие, сокращение затрат на добычу нефти. Выполнен подбор скважин-кандидатов для анализа и проведения самих испытаний. Успешно были осуществлены опытно-промышленные испытания на выбранных девяти скважинах Самотлорского месторождения. В процессе испытаний проводился гидроразрыв пласта с применением односекционного пакера (селективная пакерная компоновка – одночашечное исполнение). Первоначальным условием для реализации эксперимента являлось проведение гидравлического разрыва пласта в условиях ограниченной колонны. Был осуществлен анализ применения новой технологии и ее влияния на длительность капитального ремонта скважин. Посредством модернизации технологии мы увеличили количество скважин-кандидатов для проведения гидравлического разрыва пласта в условиях скважин с большой длиной горизонтального участка, которые подходят по исходным условиям к предлагаемой технологии. Технология экологически и промышленно безопасна. Предлагаемая авторами конструкция односекционного пакера не ухудшает производственные показатели, не наносит урона окружающей среде при непосредственном воздействии на пласт. Предлагаемый метод имеет перспективу долгосрочного применения на Самотлорском месторождении.

Ключевые слова: пакер односекционный, эксплуатационная колонна, гидроразрыв пласта

INTRODUCTION AND APPLICATION OF SELECTIVE PACKER LAYOUT OF SINGLE-STAGE EXECUTION ON THE WELLS OF THE SAMOTLOR FIELD

Saveleva N.N., Belyaev O.V., Kolosov E.A.

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Industrial University of Tyumen»,
branch, Nizhnevartovsk, e-mail: nnsavelieva@yandex.ru*

The introduction of hydraulic fracturing technology using a single-section packer is considered. The purpose of this study is to improve the efficiency of hydraulic fracturing in the development of horizontal lateral wells, as a result, reducing the cost of oil production. The selection of candidate wells for research and conducting the tests themselves was performed. Pilot tests were successfully carried out on the selected nine wells of the Samotlor field. During the tests, hydraulic fracturing was performed using a single-section packer (selective packer layout – single-Cup design). The initial condition for the experiment was to conduct hydraulic fracturing in a confined column. An analysis of the application of the new technology and its impact on the duration of major well repairs was conducted. By upgrading the technology, we have increased the number of candidate wells for hydraulic fracturing in wells with a long horizontal section that are suitable for the initial conditions of the proposed technology. The technology is environmentally and industrially safe. The design of a single-section package proposed by the authors does not worsen production indicators, and does not cause damage to the environment when directly affecting the formation. The proposed method has the prospect of long-term application at the Samotlor field.

Keywords: single-section packer, production column, hydraulic fracturing

Самотлорское месторождение эксплуатируется с 1965 г., поэтому необходимо постоянно проводить работы по интенсификации гидродинамической связи пласта с добывающими скважинами [1]. В этом направлении постоянно осуществляются различные исследования. Одним из способов активизации добычи скважинной продукции является гидроразрыв пласта (ГРП). В работе мы рассмотрим предложение совершенствования данной технологии.

В нашем исследовании была поставлена цель сокращения затрат на проведение операции гидроразрыва пласта путем применения односекционного пакера в условиях ограничения эксплуатационной колонны. При этом требовалось исключить дополнительные затраты на применение дорогостоящего оборудования, риски воз-

никновения аварийных ситуаций в долгосрочной перспективе.

Для проведения эксперимента были поставлены следующие задачи:

1) решить, как проводить гидроразрыв пласта в исходных условиях ограничения эксплуатационной колонны;

2) оценить возможность применения предлагаемой технологии с использованием односекционного пакера и ее влияние на длительность различных ремонтов скважин;

3) провести подбор скважин-кандидатов и осуществить опытно-промышленные испытания на выбранных объектах;

4) провести расчет потенциального экономического эффекта и оценить вероятность использования предлагаемой технологии пласта на Самотлорском месторождении;

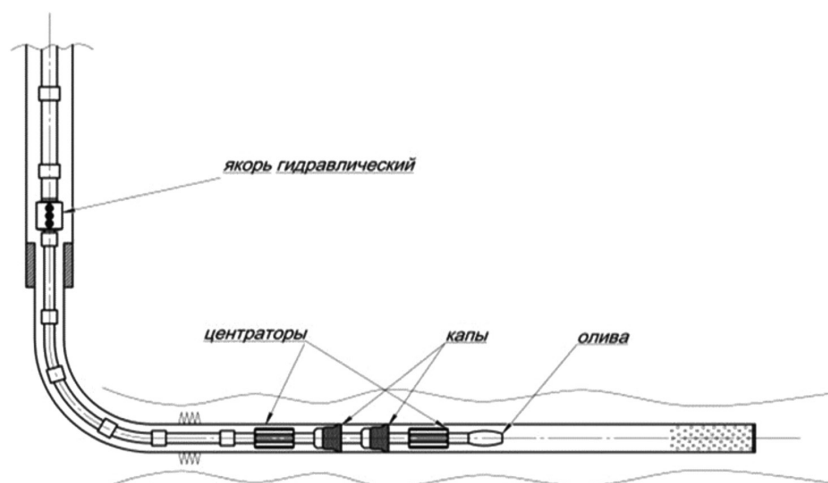


Рис. 1. Селективная пакерная компоновка в наклонно-направленном бурении

5) выполнить подбор большого количества скважин-кандидатов для проведения гидроразрыва пласта для горизонтальных скважин;

6) изучить вопрос возможности проведения многостадийного ГРП.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились методом промышленных испытаний на объектах Самотлорского месторождения. Были выбраны преимущественно скважины с горизонтальным окончанием эксплуатационной колонной 114 мм. При этом оказалось, что скважин-кандидатов для проведения ГРП на фильтровую часть на Самотлорском месторождении достаточно много. Было предложено использовать на выбранных скважинах односекционный манжетный селективный пакер (селективная пакерная компоновка – одночашечное исполнение). Пакер устанавливается в эксплуатационную колонну 168 мм / 178 мм. Над пакером располагается гидравлический якорь (рис. 1), который ограничивает перемещение пакера вверх даже при перепадах давления.

Данная технология не имеет аналогов – основой явился селективный пакер для проведения многостадийного гидроразрыва пласта по технологии разрывной муфты.

Результаты исследований и их обсуждение

Основным преимуществом данной технологии служит возможность ее применения независимо от угла наклона траектории скважины. Возможно увеличение угла наклона в месте посадки пакера более 65° . Такая установка позволяет выполнять гидроразрыв без существенных ограниче-

ний через фильтровую часть хвостовика. Применяемые пакеры типа ПРО-ЯМО-ЯГ не позволяют осуществлять посадку пакера в данных условиях при угле наклона даже более 55° [2, 3].

На рис. 2 приведена селективная пакерная компоновка: а) одночашечное исполнение; б) структура пакера. Далее в табл. 1 приведены технические параметры предлагаемой селективной пакерной компоновки [4].

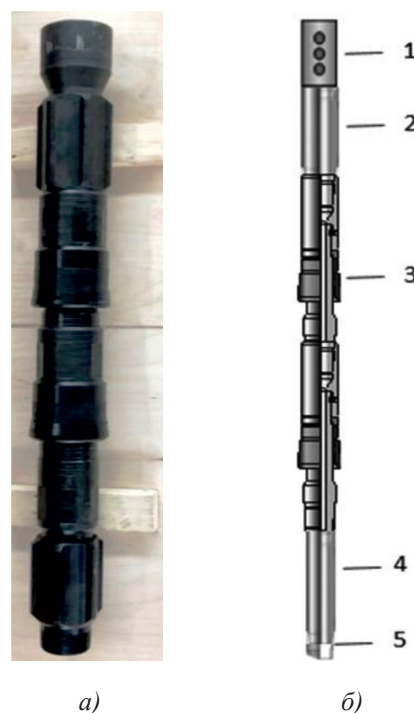


Рис. 2. Селективная пакерная компоновка: одночашечное исполнение (а) и составные части пакера (б)

В табл. 2 приведены типоразмеры основных узлов установки, которые монтировались при проведении опытно-промышленных испытаний на девяти скважинах Самотлорского месторождения.

В табл. 3 приведено сравнение гидроразрыва пласта с применением односекционного селективного пакера и гидроразрыва пласта с применением стингера [6].

При проведении сравнительного анализа была выявлена невозможность применения стингера из-за ограничений по углу наклона при монтаже в скважине [5, 6]. Этим недостатком не обладает предложенная технология селективной пакерной компоновки одночашечного исполнения.

Реализация новой технологии выполнена посредством проведения опытно-промышленных испытаний «Проведение ГРП

(ЭК 114 мм) с использованием селективного пакера без установки нижней части пакера». За время испытаний успешно осуществлены операции на девяти скважинах с применением данного оборудования. Необходимо отметить, что данная технология позволяет проводить гидроразрыв пласта на фильтровую часть ЭК 114 мм, исключая воздействие давления гидроразрыва на подвеску хвостовика.

В табл. 4 приведены результаты опытно-промышленных испытаний [7] по всем скважинам с указанием технических параметров и оценкой успешности применения внедряемой технологии. Необходимо отметить, что везде испытания прошли успешно, несмотря на некоторые остановки оборудования вследствие перетока жидкости, некоторых перепадов давления, негерметичности обсадной колонны.

Таблица 1

Параметры селективной пакерной компоновки

Параметр	Значение	
Максимальный наружный диаметр	95,3 мм	3,7 дюйма
Минимальный внутренний диаметр (верхняя часть инструмента до потокоотклонителя)	45,7	1,79 дюйма
Длина компоновки (средняя)	3,6–10,41 м	141,7–409,8 дюйма
Габарит ОК	1143 мм	4,5 дюйма
Максимальный перепад давления	69 Мпа	10 000 PSI
Рабочая температура	177°C	350°F
Максимальная прочность на растяжение	45,4	100 000 LBS
Максимальная скорость прокачки	2,5–3,5 м ³ /мин	
Материалы	P110 Резина – Нитрил (HNBR)	

Таблица 2

Параметры проводимого опыта

Описание	Внутренний диаметр, мм	Наружный диаметр, мм	Длина, м
Гидроякорь	45,7	95,3	0,47
Переводник / crossover R (2),73 мм NU BOX X 60,3 мм EU PIN	50	89	0,117
Сдвоенные верхние чаши / TOP CUP ASSEMBLY	45,7	95,3 (102,00)	1,06
Патрубок 60,3 мм, длина 1 шт. / pup joints	50,3	60,3	1,8
Направляющая воронка («олива»)	50,1	79,00	0,15
Общая длина компоновки			3,6

Таблица 3

Сравнительные параметры ГРП

	ГРП с применением односекционного манжетного селективного пакера	ГРП с применением стингера
	После подъема УЭЦН	После подъема УЭЦН
1 СПО	СПО желонка	СПО желонка
2 СПО	СПО СКМ / шаблон – проработка интервала под подвеской ЭК 114 мм	СПО СКМ / шаблон – проработка интервала в месте посадки стингера
3 СПО	СПО 20	СПО стингер
	Нормализация после ГРП	Нормализация после ГРП

Таблица 4

Анализ проведенных опытно-промышленных испытаний.
Применение селективной пакерной компоновки – однонашечного исполнения
в ЭЖ 114–168 мм на скважинах Самоглорского месторождения

№ п/п	Скважина	Куст	Дата	Угол наклона в месте установки, градус	Тоннаж ГРП, тонн	Комментарии	Успешность приме- нения (да, нет)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	11985	4102	26.07.2017	90	4	Успешно	Да
2	38183	1048	18.01.2018	15	1,8	При проведении ГРП получен Стоп: с поверхности закачано 3,8 т в пласт 1,8 т скв 2 т. Применение оборудования успешно	Да
			31.01.2018		41	Успешно	Да
3	40948E	4417	15.03.2018	52	18,6	При первом СПО пакера ГРП типа ПРО-ЯМО-ЯГ получен переток, переток получен при СПО пакера КРС. Спуск селективной пакерной компоновки в однонашечном исполнении позволил провести ГРП. Применение оборудования успешно	Да
4	11273C	4247Б	30.03.2018	89	15	Для проведения «слепого» ГРП в ЭЖ 168 мм применена технология селективной пакерной компоновки – однонашечное исполнение. Применение оборудования успешно	Да
5	40102E	4417	06.04.2018	77	25	Успешно	Да
6	39405	2126	10.04.2018	72	17,4	При проведении ГРП получен Стоп: с поверхности закачано 23,6 т в пласт 17,4 т скв 6,2 т. Применение оборудования успешно	Да
7	37034	1776Б	17.04.2018	90	5,8	При проведении ГРП получен Стоп: с поверхности закачано 7 т в пласт 5,8 т скв 1,2 т. Успешно произведена обратная промывка для вымыва пропанта из НКТ, для сокращения времени на нормализацию забоя силами бригады КРС. Применение оборудования успешно	Да
8	51384	4045	03.05.2018	82	1	При проведении мини-ГРП зафиксирован рост давления в трубном пространстве. После отмены ГРП проведен комплекс работ КРС. При опрессовке материнской ЭЖ получена герметичность, что свидетельствует о наличии законного сообщения фильтровой части с подвеской хвостовика. Применение оборудования успешно	Да
9	40123E	4417	15.05.2018	68	40	Успешно	Да

Выводы

При применении односекционного пакера в условиях ограничения эксплуатационной колонны имелись следующие преимущества:

- сокращаются затраты при переходе на односекционный пакер, так как его стоимость меньше применяемого внутрискважинного оборудования для проведения ГРП;
- сокращаются риски воздействия на подвеску эксплуатационной колонны при проведении ГРП через пакер, установленный в материнской колонне;

- сокращаются затраты на ликвидацию заколонных перетоков при повреждении подвески эксплуатационной колонны из-за модернизации конструкции установки;
- появляется возможность проведения гидроразрыва пласта с использованием фильтровой части эксплуатационной колонны при открытых верхних муфтах;

- появляется возможность проведения многостадийного гидроразрыва пласта при горизонтально направленных скважинах.

Также дальнейшие исследования необходимо проводить для других типоразмеров

эксплуатационной колонны, расширяя количество скважин-кандидатов.

Список литературы

1. Савельева Н.Н., Соколова И.Ю., Беляев О.В. Нефтегазопромысловое оборудование: учебно-методическое пособие. Тюмень: ТИУ, 2018. 100 с.
2. Машков В.А., Пуля Ю.А., Литвинов С.А., Паросоченко С.А. Повышение надежности работы пакеров за счет изменения конструкции уплотнительного элемента // Вестник Сев-КавГТУ. Серия: «Нефть и газ». 2004. № 1 (4). С. 40–48.
3. Брыков С.В., Скрибин О.В. Новые возможности селективного пакерного оборудования // ТСП: тренды, события, рынки. 2012. № 5 (64). С. 34–36.
4. Кучурин А.Е., Кибирев Е.А., Кунакова А.М. Испытания клапанов-отсекателей для защиты продуктивных пластов от жидкостей глушения при смене установки электроцентробежных насосов на месторождениях ПАО «Газпром нефть» // ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2019. № 1 (11). С. 46–51.
5. Аминев М.Х., Змеу А.А. Технологии изоляции мест негерметичности эксплуатационной колонны пакерными компоновками. Методы установки пакеров при недостаточной нагрузке // Бурение и нефть. 2011. № 10. С. 65–67.
6. Аминев М.Х., Шамилов Ф.Т. Опытные промышленные испытания пакерной компоновки с технологией отвода газа // Экспозиция. Нефть, газ. 2012. № 4 (22). С. 52–53.
7. Савельева Н.Н. Нефтегазовое оборудование: учебное пособие. Тюмень: ТИУ, 2020. 102 с.