

УДК 622.276:658.58; 622.279:658.58

Конструктивные особенности и условия эффективного применения извлекаемого скважинного струйного насоса

Р.В. Роганов^{1*}, Г.М. Квачантирадзе¹, В.Д. Балашова¹,
В.Ю. Артеменков², П.Л. Качурин²

¹ Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, Российская Федерация, 169330, Республика Коми, г. Ухта, ул. Севастопольская, д. 1-а

² ПАО «Газпром», Российская Федерация, 190000, г. Санкт-Петербург, BOX 1255

* E-mail: r.roganov@sng.vniigaz.gazprom.ru

Тезисы. Многие месторождения ПАО «Газпром» вступили в стадию падающей добычи углеводородов: Вуктыльское, Вынгапуровское, Медвежье, сеноманские залежи Уренгойского, выработанность которых составляет более 80 %, сеноманские залежи Ямбургского, Ямсовейского и Юбилейного месторождений, где выработанность – более 70 %. Растет фонд бездействующих скважин, осложненных обводнением, низкими коллекторскими свойствами, техническим состоянием скважин и др.

Как правило, такие скважины характеризуются аномально низким пластовым давлением, сопровождаются серьезными проблемами при их капитальном ремонте, освоении и эксплуатации. Поэтому повышение эффективности освоения и эксплуатации скважин, интенсификации добычи углеводородов является актуальной задачей при эксплуатации месторождений ПАО «Газпром», особенно находящихся на завершающей стадии разработки.

Специалистами филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта разработан и прошел промысловые приемочные испытания опытный образец насоса струйного скважинного универсального в соответствии с ГОСТ Р 15.301-2016 [1]. Скважинные струйные насосы в основном применяют в нефтяной промышленности для освоения скважин методом создания депрессии на пласт, также могут быть использованы на любом этапе жизненного цикла скважины. Особенно целесообразно его применение в скважинах, осложненных обводнением и аномально низким пластовым давлением, после бурения, ремонтных работ и длительной консервации.

Специалистами филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта по заданию ПАО «Газпром» разработан опытный образец насоса струйного скважинного универсального (НСУ), позволяющий как в едином цикле, так и отдельно проводить работы по освоению, воздействию на продуктивный пласт с последующей эксплуатацией скважины. Насос представлен малогабаритным комплектом, включающим корпус насоса и вставки различного назначения, извлекаемые инструментами канатной техники (без подъема насосно-компрессорных труб).

Сопоставительный анализ разработанного насоса с существующими аналогами струйной техники показал, что данная конструкция по совокупности отличительных признаков позволяет расширить область его применения в нефтегазовой промышленности (табл. 1).

При разработке НСУ была выбрана рациональная схема, учитывающая функциональное назначение его узлов и условия эксплуатации. Предлагаемая конструкция насоса выполнена в виде комплекта оборудования, в состав которого входят единый корпус и взаимозаменяемые многофункциональные извлекаемые вставки (рисунок).

Конструкция универсального струйного насоса позволяет поочередно в любой последовательности спускать вставки в скважину с фиксируемым размещением в стационарном корпусе и извлекать из него с применением канатной техники. Следует отметить, что количество используемых вставок и последовательность их спуска в скважину зависит от планируемого технологического процесса: опрессовка насосно-компрессорной трубы (НКТ) и пакера, обработка продуктивного пласта скважины с применением химреагентов, удаление отработавших химреагентов, добыча газа и газового конденсата с выносом попутной воды.

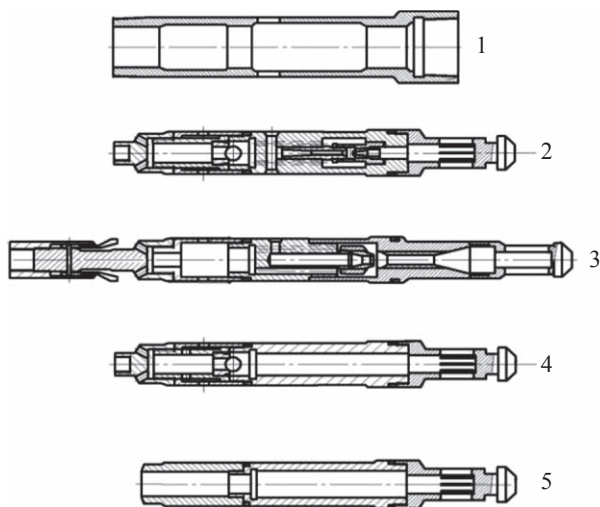
Ключевые слова:

добыча, обводнение, насос струйный, извлекаемый, освоение, эксплуатация, скважина.

Таблица 1

Сопоставительный анализ аналогов и вариантов конструкции НСУ

Наименование показателя	Насос струйный ТУ 3665-014-12058737-2007 (патент RU 2295631 С1)	Струйный нефтяной насос УЭОС НПО «Гидросистемы»	УЭГИС-3 ТУ У 29,5-30609600-004-2003	НСУ.100.00.00.000 ТУ 3665-100-12897202-2019	Результат модернизации
Назначение	Добыча нефти	Освоение, кислотная обработка и эксплуатация только нефтяных скважин	Освоение	Освоение, кислотная обработка и эксплуатация нефтяных и газовых скважин	Многофункциональность
Глубина установки, м	–	4000	4000	4500	Надежность
Условный диаметр НКТ, мм	73	73	73	60, 73, 89	Увеличение параметрического ряда
Количество извлекаемых вставок одного типоразмера, шт.	1	5	3	4	Многофункциональность
Количество посадочных уплотнительных мест, ед.	2	4	2	2	Снижение нагрузки на кабель при извлечении
Взаимозаменяемость узлов и деталей	–	Вставки, обратный клапан, сопло	Вставки, обратный клапан, сопло	Вставки, цанговый узел, обратный клапан, вкладыши камеры смешения, сопло	Унификация
Способ проведения гидродинамических исследований	–	Геофизический прибор, спускаемый на каротажном кабеле	Геофизический прибор, спускаемый на каротажном кабеле	Глубинный манометр, размещенный в нижней части вставки	Уменьшение спуско-подъемных операций



Комплект НСУ: 1 – корпус стационарный; 2 – вставка для освоения; 3 – вставка для эксплуатации; 4 – вставка герметизирующая для опрессовки НКТ и пакера; 5 – вставка герметизирующая для подачи химреагентов

Состав и назначение составных частей насоса представлен в табл. 2.

Для проведения работ со вставкой для освоения скважины в качестве рабочего потока применяется жидкость, подача которой производится насосным агрегатом в НКТ. Задаваясь глубиной установки насоса, требуемым коэффициентом инжекции и геометрическим параметром проточной части, определяется давление на насосном агрегате, обеспечивающее снижение забойного давления.

Вставка для эксплуатации скважины выполнена с фиксирующей цангой, что исключает ее выбор из стационарного корпуса при подаче рабочего потока по затрубному пространству. Применяется вставка как для добычи углеводородов, так и для освоения скважин с использованием газа или жидкости в качестве активного потока.

При проектировании рабочих вставок предусмотрено исполнение проточной их части со сменным соплом и камерой смешения в виде сменного вкладыша. Данное конструктивное решение позволяет производить подбор и оперативную замену сопла и камеры смешения расчетных диаметров и устанавливать их на оптимальном расстоянии друг от друга, что значительно влияет на производительность струйного насоса.

Расчеты показали, что при правильном подборе соотношения диаметров сопла и камеры смешения струйный насос может обеспечить необходимое снижение забойного давления.

Таблица 2

Состав и назначение составных частей насоса

Наименование	Кол-во, ед.	Назначение	Направление подачи активного потока
Корпус стационарный	1	Размещение и герметизация извлекаемых вставок	–
Вставка рабочая извлекаемая для освоения скважин	1	Снижение забойного давления; циклическое воздействие на пласт, вынос на поверхность продуктов распада после кислотной обработки, проведение гидродинамических исследований в скважине	В НКТ
Вставка рабочая извлекаемая для освоения и эксплуатации скважин	1	Снижение забойного давления. Подъем продукции скважины с забоя на поверхность	В затрубное пространство (ЗТ)
Вставка герметизирующая извлекаемая	2	Опрессовка НКТ и пакера. Проведение кислотной обработки пласта	В НКТ и ЗТ

Таблица 3

Условия эксплуатации насоса

Параметр	Значение
Максимальная глубина установки насоса, м	4500
Условный диаметр труб эксплуатационной колонны, мм, по ГОСТ 632-80 [2]	140...219
Условный диаметр колонны подъемных труб, мм по ГОСТ 633-80 [3]	60, 73, 89
Температура на забое, максимальная, °С	150

Следует отметить, что применение сменных деталей сопла и вкладышей камеры смешения, выполненных из материалов высокой прочности и коррозионной стойкости, продлит срок эксплуатации струйного насоса, снизит стоимость и продолжительность его технического обслуживания и ремонта.

Основные условия эксплуатации насоса приведены в табл. 3.

Таким образом, применение разработанного насоса струйного скважинного универсального позволит:

- производить обработку продуктивного пласта скважины закачкой химреагентов в НКТ;
- создать импульсно-депресссионное воздействие на пласт при освоении нефтяных и газоконденсатных скважин с выносом на поверхность продуктов реакции после кислотной обработки призабойной зоны пласта (ПЗП);
- снизить забойное давление для повышения производительности низкодебитных скважин;
- проводить гидродинамические исследования для оценки изменения фильтрационных характеристик ПЗП;
- ввести в эксплуатацию простаивающий фонд скважин, сократить эксплуатационные затраты на проведение их капитального

ремонта и обеспечить проектные показатели добычи углеводородов месторождений ПАО «Газпром».

Применение НСУ позволяет свести в единый технологический процесс работы по освоению, воздействию на продуктивный пласт и дальнейшую эксплуатацию скважины, что повлечет снижение эксплуатационных затрат на добычу углеводородов за счет сокращения количества спуско-подъемных операций при проведении капитальных ремонтов скважин ПАО «Газпром», а также увеличит доизвлечение зацементированных в пласте запасов углеводородов.

Опытный образец НСУ успешно прошел промысловые приемочные испытания, подтвердив весь комплекс технологических работ в скважине при капитальном ремонте, интенсификации, освоении и последующем выводе ее на технологический режим газлифтной эксплуатации.

Предлагаемый вариант насоса [4] обладает совокупностью отличительных признаков и соответствует критериям новизны.

Список литературы

1. ГОСТ Р 15.301-2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство. – Взамен ГОСТ Р 15.201-2000, введ. 01.07.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 15 с.
2. ГОСТ 632-80 Трубы обсадные и муфты к ним. Технические условия (с изменениями). – М.: Стандартинформ, 2010. – 32 с.
3. ГОСТ 633-80 Трубы насосно-компрессорные и муфты к ним. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2010. – 30 с.
4. Пат. 193923 Российская Федерация. Струйный насос / Квачантирадзе Г.М., Погуляев С.А.; заявитель и патентообладатель ПАО «Газпром». – № 2019117373; заявл. 05.06.2019; опубл. 21.11.2019.