

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 812

(13) U

(51)<sup>7</sup> E 21B 43/00, 43/25

(54)

## ПЛУНЖЕР ШТАНГОВОГО ГЛУБИННОГО НАСОСА

(21) Номер заявки: u 20020227

(22) 2002.08.05

(46) 2003.03.30

(71) Заявители: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого"; Республиканское унитарное предприятие производственное объединение "Белоруснефть" (ВУ)

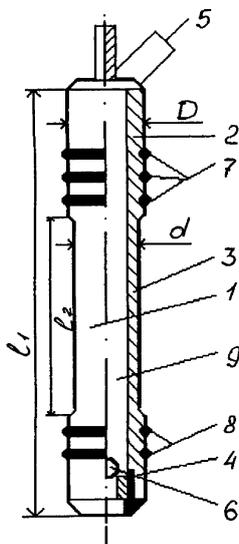
(72) Авторы: Минеев Борис Павлович; Мулица Станислав Иосифович; Чеботарев Владимир Иванович (ВУ)

(73) Патентообладатели: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого"; Республиканское унитарное предприятие производственное объединение "Белоруснефть" (ВУ)

(57)

1. Плунжер штангового глубинного насоса, содержащий полый цилиндрический корпус с кольцевыми канавками на его наружной боковой поверхности, в верхней части которого смонтирован узел крепления плунжера к насосному штоку, а в нижней части установлен нагнетательный клапан, отличающийся тем, что на наружной боковой поверхности цилиндрического корпуса выполнены по меньшей мере две кольцевые канавки, причем одна из них размещена в верхней части цилиндрического корпуса, а другая, соответственно, в его нижней части, в каждой из кольцевых канавок размещено металлическое компрессионное кольцо, при этом центральная часть цилиндрического корпуса выполнена с наружным диаметром, меньшим наружного диаметра его верхней и нижней частей.

2. Плунжер по п. 1, отличающийся тем, что каждое металлическое компрессионное кольцо имеет квадратное или прямоугольное поперечное сечение и выполнено разрезным.



Фиг. 1

(56)

1. Махмудов С.А. Монтаж, эксплуатация и ремонт штанговых насосных установок: Справочник. - М.: Недра, 1987.

2. Добыча нефти глубинными штанговыми насосами. Нефтепромысловая техника. Шеллер Блехман ГМБХ, 1988.

3. Глубинные штанговые насосы: Руководство по эксплуатации. - Ижнефтемаш, 2001.

Полезная модель относится к нефтедобыче, а более конкретно - к техническим средствам подъема пластовой жидкости от забоя скважины до поверхности земли.

К техническим средствам подъема пластовой жидкости, в частности, относят вставные глубинные насосы.

Как правило, вставной глубинный насос состоит из цилиндра, полого плунжера, насосного штока и 2-х клапанов: всасывающего и нагнетательного [1]. Он опускается в скважину на штангах в сборе и закрепляется в замковой опоре.

Плунжер, соединенный со станком-качалкой насосными штангами, при работе совершает возвратно-поступательные движения в цилиндре с заданным числом качаний и длиной хода.

При конструировании и эксплуатации насоса учитываются особенности работы насоса, заключающиеся в том, что поршневой эффект достигается за счет зазора между цилиндром и плунжером. Поэтому большая роль отводится качеству обработки поверхности плунжера и цилиндра и величине зазора между ними. Известны 5 групп посадки плунжера в цилиндр. Немаловажная роль отводится и длине плунжера. Так, в работе [2] рекомендуется: "При выборе длины плунжера следует руководствоваться эмпирическим правилом: 1 фут (304,8 мм) на 300 м высоты напора". Это означает, что длина плунжера в насосе, который предполагается опустить на глубину 2000 м, должна быть более 2 м.

Плунжер при движении должен смазываться. Там же [2] указывают, что длина плунжера по возможности не должна превышать 6 футов, тогда процесс смазки происходит удовлетворительно.

Известен глубинный насос с манжетным плунжером [2]. Последний содержит полый цилиндрический корпус с кольцевыми канавками для размещения манжет, в верхней части которого смонтирован узел крепления плунжера к насосному штоку, а в нижней части - нагнетательный клапан. В качестве материала манжет используют пластмассу и/или резину. Основным недостатком известного плунжера является то, что его конструкция не обеспечивает высокую работоспособность насоса и создание повышенных давлений. Вследствие этого насосы подобного типа не могут применяться на больших глубинах.

Известен плунжер вставного штангового глубинного насоса, содержащий полый цилиндрический корпус с кольцевыми канавками на его наружной боковой поверхности, в верхней части которого смонтирован узел крепления плунжера к насосному штоку, а в нижней части установлен нагнетательный клапан [3]. Назначение канавок - локализация абразивных частиц.

Насосы с плунжерами указанной конструкции имеют значительные габаритно-весовые показатели (при соизмеримости длин цилиндра и плунжера), что в конечном счете приводит к снижению объемного коэффициента полезного действия. При изготовлении плунжера и цилиндра требуется прецизионная обработка поверхностей, что при значительной длине последних существенно удорожает стоимость изготовления насоса.

Очевидно, что плунжер значительной длины, двигаясь по цилиндру при ходе вверх, вытесняет жидкость из надплунжерного пространства в насосно-компрессионные трубы (НТК) и одновременно всасывает жидкость из пласта в подплунжерное пространство.

В этот момент за счет наличия зазора между цилиндром и плунжером часть жидкости перетекает назад в подплунжерное пространство. Это так называемые утечки, которые

при постоянном зазоре прямо пропорциональны противодействию и обратно пропорциональны длине плунжера и вязкости жидкости.

Количество жидкости, которое всасывает насос за один цикл при ходе вверх, равняется:

$$V = F_{\text{п}} \cdot S$$

и выталкивает из цилиндра в НКТ

$$V = (F_{\text{п}} - f_{\text{нш}})S,$$

где  $F_{\text{п}}$  - площадь плунжера,  $f_{\text{нш}}$  - площадь насосного штока,  $S$  - длина хода.

Следует отметить, что длина плунжера не оказывает влияния на объем всасывания и подачи насоса.

Известно, что зазор между размерами цилиндра и плунжера определяет:

потери нефти за счет утечки вдоль стенок плунжера;

количество смазочного материала для скользящего плунжера;

минимальную величину абразивных частиц (зерен песка), поступающих в кольцевой зазор между плунжером и цилиндром;

свободу движения плунжера в цилиндре.

Потери нефти за счет утечки приводят к снижению объемного коэффициента полезного действия глубинного насоса, т.е. подачи насоса.

Таким образом, основным недостатком известного плунжера штангового глубинного насоса можно считать утечки, ведущие к снижению КПД. К недостаткам можно отнести также большую длину плунжера, так как от нее зависит длина цилиндра, и необходимость специальной обработки плунжера, повышающей стоимость насоса.

Задачей настоящей полезной модели является устранение недостатков, создаваемых конструктивными особенностями известного плунжера.

Данная задача решается тем, что в известном плунжере штангового глубинного насоса, содержащем полый цилиндрический корпус с кольцевыми канавками на его наружной боковой поверхности, в верхней части которого смонтирован узел крепления плунжера к насосному штоку, а в нижней установлен нагнетательный клапан, согласно полезной модели, на наружной боковой поверхности цилиндрического корпуса выполнены по меньшей мере две кольцевые канавки, причем одна из них размещена в верхней части цилиндрического корпуса, а другая, соответственно, в его нижней части, в каждой из кольцевых канавок размещено металлическое компрессионное кольцо, при этом центральная часть цилиндрического корпуса выполнена с наружным диаметром, меньшим наружного диаметра его верхней и нижней частей, а каждое металлическое компрессионное кольцо имеет квадратное или прямоугольное поперечное сечение и выполнено разрезным.

Указанное конструктивное решение плунжера позволяет при эксплуатации насоса создать поршневой эффект, предупреждающий движение пластовой жидкости между поверхностями плунжера и цилиндра (утечек), т.к. компрессионные кольца практически не пропускают жидкость, центрируют положение плунжера в цилиндре.

Благодаря выполнению центральной части цилиндрического корпуса с наружным диаметром, меньшим наружного диаметра его верхней и нижней частей, обеспечивается возможность при размещении плунжера в цилиндре насоса сформировать внутреннюю полость, в которой может быть локализовано значительное количество абразивных частиц, находящихся в пластовой жидкости.

На фиг. 1 представлена схема, поясняющая конструкцию предлагаемого плунжера, вид сбоку; на фиг. 2 - то же, но при контакте плунжера с внутренней поверхностью цилиндра насоса; на фиг. 3 - схема плунжера, наиболее близкого по технической сущности к заявляемому плунжеру, вид сбоку; на фиг. 4 то же, что и на фиг. 3, но при контакте плунжера с внутренней поверхностью цилиндра насоса; на фиг. 5 - внешний вид компрессионного кольца.

Заявляемый плунжер (фиг. 1) содержит полый цилиндрический корпус 1, состоящий из трех частей: верхней 2, центральной 3 и нижней 4. Общая длина корпуса 1 равна  $l_1$ , а

длина его центральной части равна  $l_2$ . Соответственно диаметры верхней 2 и нижней 4 частей корпуса 1 равен  $D$ , а диаметр центральной 3 его части равен  $d$ .

В верхней части 2 корпуса 1 смонтирован узел 5 крепления плунжера к насосу штоку, а в нижней 4 его части установлен нагнетательный клапан 6. Корпус 1 на своей наружной боковой поверхности имеет кольцевые канавки (например, три канавки в верхней части 2 корпуса 1 и две канавки в нижней его части 4). Допустимо выполнение в верхней 2 и нижней 4 частях корпуса 1 по одной канавке. В каждой кольцевой канавке размещено металлическое компрессионное кольцо (на фиг. 1, 2 - поз. 7 и 8). Цилиндрический корпус 1 выполнен полым, т.е. имеет проходной канал 9. При равном диаметре  $D$  известный плунжер (фиг. 3) имеет длину  $L$ , причем отношение  $\frac{L}{l_1} = 2 \div 3$ . Будучи размещенными в

цилиндрах насосов известный (фиг. 4) и заявляемый (фиг. 2) плунжеры контактируют с внутренней поверхностью 10 цилиндра всей своей поверхностью диаметра  $D$ , но  $D \cdot L \gg D \cdot (l_1 - l_2)$ , что свидетельствует о значительной разнице в массах известного и заявляемого плунжеров. Канавки 11 известного плунжера (фиг. 3, 4) выполняют функцию сбора абразивных частиц (песчинок и продуктов коррозии). В заявляемом плунжере (фиг. 1, 2) эту функцию выполняет полость объемом  $V = \pi l_2 (D - d)$ .

Каждое металлическое компрессионное кольцо (фиг. 5) имеет прямоугольное или квадратное сечение и имеет разрез 13. При их размещении в канавках плунжера и установке в цилиндре насоса разрез 13 смыкается и его размер уменьшается. Этим обеспечивается центрирование плунжера и улучшаются условия создания поршневого эффекта.

Принцип работы насоса с известной и заявляемой конструкцией плунжера одинаков. Плунжер, помещенный в цилиндр насоса, как уже отмечалось, при работе последнего осуществляет возвратно-поступательное движение. При ходе плунжера вверх он выталкивает пластовую жидкость, находящуюся в надплунжерном пространстве насоса. При этом основная нагрузка приходится на компрессионные кольца 7 верхней части 2 корпуса 1 плунжера, поэтому предпочтительней, чтобы их количество превышало количество колец 8 нижней части 4 корпуса 1. Наличие колец 7 на корпусе 1 плунжера практически исключают утечки пластовой жидкости при уменьшенном его фрикционном контакте с цилиндром.

При ходе вниз утечки обычно не считают, так как при этом жидкость "перетекает" из подплунжерного пространства в надплунжерное. Но из-за того, что жидкость должна под давлением двигаться по внутриплунжерному проходному каналу 9, возникает необходимость устанавливать кольца 8. Эти же кольца центрируют нижнюю часть 4 корпуса 1 плунжера.

В настоящее время вставные штанговые глубинные насосы изготавливают размером 28, 32, 38, 44 и 57 мм. В связи с этим, не изменяя размеров цилиндра, уменьшая длину плунжера и частично диаметр центральной части его корпуса при подборе соответствующих по размеру компрессионных колец можно легко осуществить более экономичный конструктив насосов.

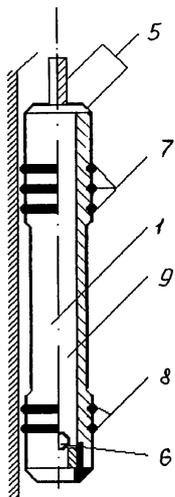
Таким образом, заявляемый плунжер по сравнению с известным позволяет:

за счет уменьшения длины корпуса плунжера снизить его массу, гидравлические сопротивления в проходном канале корпуса, силы фрикционного взаимодействия и повысить технологичность его изготовления;

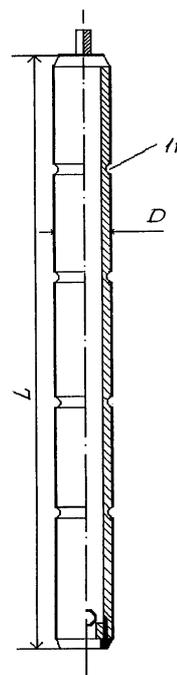
за счет уменьшения диаметра центральной части корпуса плунжера снизить его массу, повысить технологичность изготовления, уменьшить периодичность очистки насоса;

за счет установки на корпусе плунжера компрессионных колец усилить поршневой эффект, улучшить центрирование плунжера в насосе, увеличить его подачу.

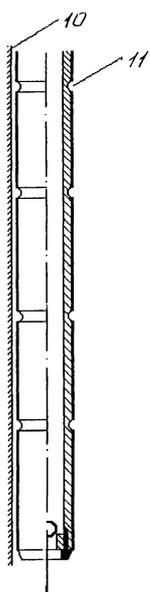
В конечном счете, все это обеспечивает увеличение объемного коэффициента полезного действия насоса и уменьшение его стоимости.



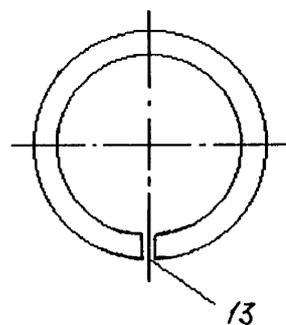
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5