

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2781682

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ВНУТРИСКВАЖИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИМИТАЦИЕЙ РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
"Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Сидоркин Дмитрий Иванович (RU), Юртаев Сергей
Леонидович (RU), Кунишин Андрей Андреевич (RU),
Ковалев Данил Алексеевич (RU)*

Заявка № 2022111623

Приоритет изобретения 28 апреля 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 17 октября 2022 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 28 апреля 2042 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E21B 21/08 (2022.08); F04B 51/00 (2022.08); G01M 15/00 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2022111623, 28.04.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.04.2022Дата регистрации:
17.10.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.04.2022

(45) Опубликовано: 17.10.2022 Бюл. № 29

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО СПГУ, Патентно-лицензионный
отдел

(72) Автор(ы):

Сидоркин Дмитрий Иванович (RU),
Юртаев Сергей Леонидович (RU),
Куншин Андрей Андреевич (RU),
Ковалев Данил Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 2247222 C1, 27.02.2005. RU
2075654 C1, 20.03.1997. RU 2375541 C1,
10.12.2009. RU 2416788 C1, 20.04.2011. RU
2682778 C1, 21.03.2019. US 4368638 A1,
18.01.1983. Многофункциональный стендовый
комплекс по исследованию инновационного
оборудования для добычи нефти и повышения
нефтеотдачи пластов с применением
установок погружных насосов, найдено в
(см. прод.)

(54) СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ВНУТРИСКВАЖИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИМИТАЦИЕЙ РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

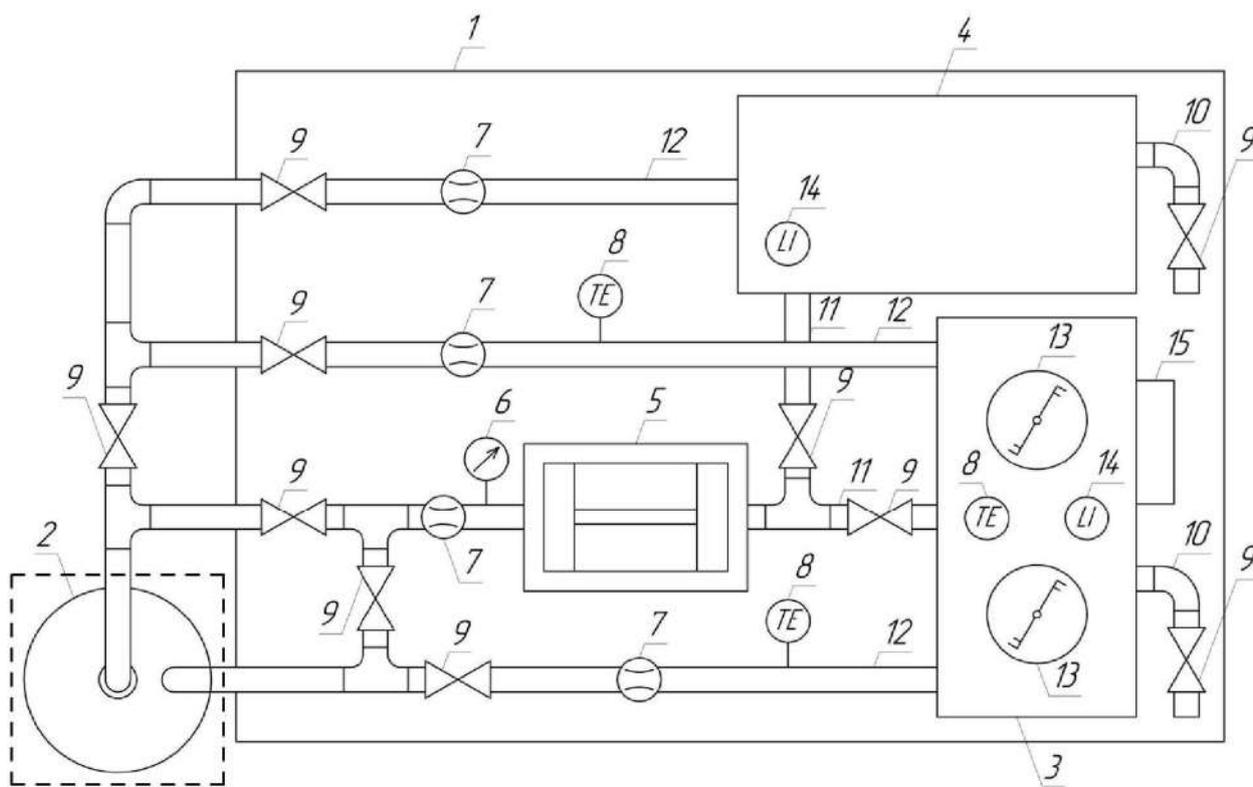
(57) Реферат:

Изобретение относится к области бурения нефтяных и газовых скважин и может быть использовано для тестирования и испытания различного серийного, а также вновь создаваемого внутрискважинного оборудования. Стенд для испытания внутрискважинного оборудования с имитацией реальных условий включает обсадную и лифтовую колонны, средство для обогрева обсадной колонны и насосную установку. Обсадная колонна выполнена комбинированной, установлена на фонтанной арматуре и соединена через трубопровод с устьевым оборудованием, которое закреплено с возможностью съема на основании. Устьевое оборудование включает в себя

технологическую емкость, буферную емкость и насосную установку. Снаружи на верхней стенке технологической жидкости установлены перемешиватели, датчик температуры, датчик уровня жидкости, а на боковой стенке - средство для обогрева обсадной колонны, в качестве которого выступает электронагреватель. На нижней части боковой поверхности технологической емкости выполнены отверстия, в которых установлены с возможностью съема дренажная линия, нагнетательная линия, не менее двух обратных линий, на которых установлены краны. На верхней стенке буферной емкости выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема датчик уровня жидкости.

На нижней части боковой поверхности буферной емкости выполнены отверстия, в которых установлены дренажная линия и нагнетательная линия. На выходе из насосной установки установлена нагнетательная линия, на которой последовательно установлены датчик давления нагнетания, датчик расходомера и краны.

Обеспечивается проведение безопасных и высокоточных исследований внутрискважинного оборудования при разных значениях параметров расхода и температуры технологических жидкостей, что позволит сделать условия эксперимента максимально приближенными к реальным. 3 ил.



Фиг. 1

(56) (продолжение):

Интернете: <https://burneft.ru/archive/issues/2014-02/11> [онлайн] [найдено 13.09.2022], дата публикации 29.10.2020 в соответствии с сайтом <https://web.archive.org/web/20201029095604/https://burneft.ru/archive/issues/2014-02/11>.

RU 2781682 С1

RU 2781682 С1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E21B 21/08 (2006.01)
F04B 51/00 (2006.01)
G01M 15/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

E21B 21/08 (2022.08); F04B 51/00 (2022.08); G01M 15/00 (2022.08)(21)(22) Application: **2022111623, 28.04.2022**(24) Effective date for property rights:
28.04.2022Registration date:
17.10.2022

Priority:

(22) Date of filing: **28.04.2022**(45) Date of publication: **17.10.2022 Bull. № 29**

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO SPGU, Patentno-litsenziionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Sidorkin Dmitrii Ivanovich (RU),
Iurtaev Sergei Leonidovich (RU),
Kunshin Andrei Andreevich (RU),
Kovalev Danil Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**(54) **STAND FOR TESTING DOWNHOLE EQUIPMENT WITH IMITATION OF REAL CONDITIONS**

(57) Abstract:

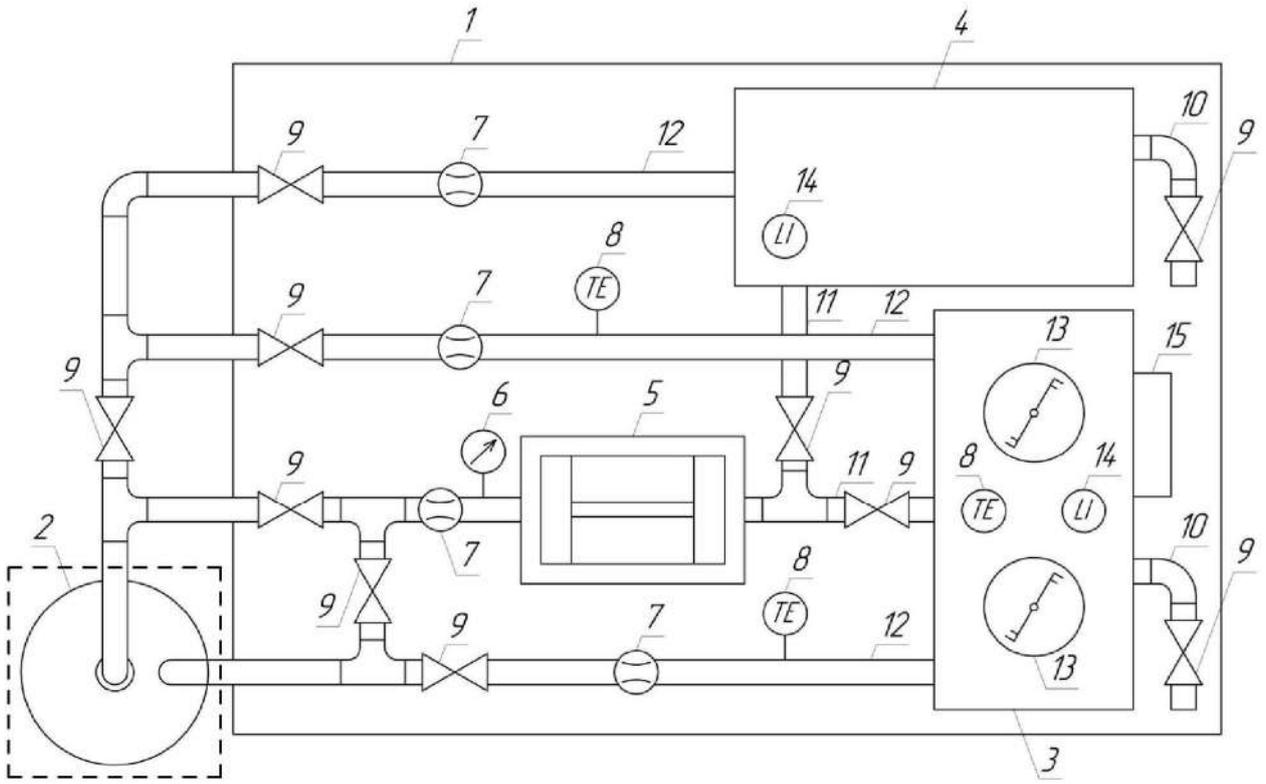
FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to the field of drilling oil and gas wells and can be used for testing and testing various serial, as well as newly created downhole equipment. The real-life downhole equipment test rig includes casing and tubing, casing heating and pumping unit. The casing string is made combined, installed on the X-mas tree and connected through the pipeline to the wellhead equipment, which is fixed with the possibility of removal on the base. The wellhead equipment includes a process tank, a buffer tank and a pumping unit. Outside, on the upper wall of the process fluid, agitators, a temperature sensor, a liquid level sensor are installed, and on the side wall - a tool for heating the casing string, which is an electric heater. On the lower part of the side surface of the process vessel, holes are made in which a drainage line, a

discharge line, at least two return lines are installed with the possibility of removal, on which the valves are installed. An opening is made on the upper wall of the buffer tank, into which a liquid level sensor is installed with the possibility of removal. Holes are made on the lower part of the side surface of the buffer tank, in which a drainage line and a discharge line are installed. At the outlet of the pumping unit, a discharge line is installed, on which a discharge pressure sensor, a flow meter sensor and valves are installed in series.

EFFECT: invention ensures safe and high-precision studies of downhole equipment at different values of flow rates and temperatures of process fluids, which will make the experimental conditions as close to real as possible.

1 cl, 3 dwg



Фиг. 1

RU 2781682 C1

RU 2781682 C1

Изобретение относится к области бурения нефтяных и газовых скважин и может быть использовано для тестирования и испытания различного серийного, а также вновь создаваемого внутрискважинного оборудования. Стенд также можно использовать для обучения студентов основным приемам работы с буровыми механизмами и оборудованием при спускоподъемных операциях, сборке и разборке компоновки низа бурильной колонны, наращивании бурового инструмента, работе с оборудованием при замкнутой циркуляции бурового раствора.

Известен стенд для тестирования погружных электроцентробежных насосов в скважине (патент РФ №30885, опубл. 10.07.2003), содержащий пульт оператора, шкаф электроники, в который сводятся данные с датчика температуры, датчика давления, расходомера и анализатора мощности. Датчик температуры расположен на выходе насоса, смонтированного в скважине. Для привода насоса служит погружной тарированный электродвигатель с датчиком оборотов. На устье скважины расположены рабочие емкости.

Недостатком конструкции данного стенда являются то, что слив в рабочую емкость со скважины расположен на уровне выхода насоса, следовательно на забое скважины может оставаться часть жидкости после проведения испытаний, что требует дополнительного проведения операций по очистке скважины.

Известен стенд для обкатки и испытаний одновинтовых насосов (патент РФ №2416788, опубл. 20.04.2011), состоящий из установочной базы, расходного бака и пульта управления с компьютером и принтером. Установочная база включает раму, электродвигатель, редуктор, шпиндель, зажимы для крепления испытываемой насосной секции одновинтовых насосов, опору для фиксации места соединения насосной секции со шпинделем и камеру высокого давления. Контрольно-измерительная аппаратура стенда включает два регулирующих клапана высокого давления, датчик давления, бесконтактный датчик крутящего момента с функцией контроля частоты вращения и два датчика расхода.

Недостатком конструкции стенда является горизонтально ориентированное расположение рамы и закрепленного на ней электродвигателя, редуктора, шпинделя и камеры высокого давления. В результате чего, результаты испытания требуют дополнительной обработки в связи с горизонтальным расположением насоса в реальных условиях и ином распределении гидродинамического давления.

Известен стенд для испытания заполненного газообразным углеводородом скважинного оборудования внешним гидравлическим давлением при высоких температурах (патент РФ №2634093, опубл. 23.10.2017), включающий корпус с герметично закрытой крышкой внутренней полостью. На корпусе установлен охватывающий внутреннюю полость нагреватель, при этом скважинное оборудование с одной стороны соединено с верхней частью внутренней камеры сосуда высокого давления, а с другой стороны имеет возможность соединения с линией сброса газа, верхняя часть внутренней камеры имеет возможность поочередного соединения с системой подачи газообразного углеводорода и с системой подачи инертного газа, нижняя часть внутренней камеры имеет возможность соединения с системой повышения давления, внутренняя часть имеет возможность соединения с линией слива жидкости.

Недостатком конструкции данного стенда является то, что система повышения давления соединена с правой стороны внутренней камеры трубкой малого диаметра, в следствие чего могут возникать зоны повышенного и пониженного давления внутри камеры в разных ее частях, нижней и верхней. Для создания дополнительного давления на газообразный углеводород во внутренней камере в конструкции используется

жидкость - вода, через которую, при определенных термобарических условиях газ может фильтроваться. Задвижки, использующиеся в качестве подачи и сброса жидкости и газа, не могут обеспечить точность регулирования давления во внутренней камере
стенда в связи с широким диапазоном изменения давления для испытаний. Данные
5 недостатки конструкции может привести к снижению точности результатов испытаний скважинного оборудования на стенде.

Известен горизонтальный стенд для испытания и исследования рабочего процесса гидравлических забойных двигателей (патент РФ №2375541, опубл. 10.12.2009),
включающий установочную базу, гидравлический забойный двигатель, насосный блок
10 и гидротолкатель. Установочная база содержит две стойки с самоустанавливающимися зажимами, приемную емкость и гидроотбойник, соединенный с приемной емкостью. Гидравлический забойный двигатель содержит силовую или двигательную секцию, шпиндельную секцию и вал шпиндельной секции. Насосный блок в конструкции стенда включает насос для закачки энергетической жидкости в гидравлический забойный
15 двигатель, всасывающий трубопровод, буровой рукав и пульт управления работой стенда. Гидротолкатель содержит корпус гидротолкателя, установленный на базе, тормозное устройство, шаровое соединение и шток гидротолкателя.

Недостатком конструкции данного стенда является то, что в качестве тормозного устройства используется фрикционная муфта, которая обладает сниженной точностью
20 передачи при проскальзывании с необходимостью в больших усилиях для обеспечения необходимого сцепления. Шаровое соединение в конструкции гидротолкателя при изменении угла не обеспечивает соосность поршня с внутренней полостью корпуса гидротолкателя. Вследствие чего могут возникать зоны напряженно-деформированных состояний с неравномерным изнашиванием контактирующих рабочих поверхностей.

Известен стенд для испытания пакеров (патент РФ №2247222, опубл. 25.02.2005),
принятый за прототип, включающий в себя имитаторы обсадной и лифтовой колонн
с размещенными между ними пакером, средства обогрева имитатора обсадной колонны,
основной гидроцилиндр для осевой нагрузки и разгрузки пакера, насосные установки
для создания давления и имитации скважинного давления, при этом стенд снабжен
30 дополнительным гидроцилиндром с пустотелым штоком и цилиндром, связанными со штоком основного гидроцилиндра, дополнительный гидроцилиндр заключен в корпус, жестко соединенный с основным гидроцилиндром и имитатором обсадной колонны, в дополнительный гидроцилиндр помещен кольцевой поршень с конической юбкой, взаимодействующий с сухарями, посаженными на пустотелом штоке с возможностью
35 периодического упора в корпус через окна в указанном цилиндре, а под сухарями на пустотелом штоке подвижно установлен подпружиненный кольцевой толкатель, в полости имитатора лифтовой колонны помещен плавающий поршень, при этом указанная полость и полость пустотелого штока сообщаются между собой и с полостью над кольцевым поршнем.

Недостатком данного стенда является использование сложной конструкции основного и дополнительного гидроцилиндра для осевой нагрузки и разгрузки пакера, а также насосной установки для имитации скважинного давления, что ограничивает применение
данного устройства. Быстрой наработка стенда на отказ ввиду наличия в его
45 конструкции быстроизнашивающихся и ломающихся деталей: пружины, конической юбки, сухарей, Г-образного патрубка и др. Стенд размещен вертикально, что создает неудобства, связанные с подъемом на высоту в процессе монтажа и обслуживания, а также в процессе испытания пакеров.

Техническим результатом является повышение эффективности работы и тестирования

серийного оборудования.

Технический результат достигается тем, что обсадная колонна выполнена комбинированной, установлена на фонтанной арматуре и соединена через трубопровод с устьевым оборудованием, которое закреплено с возможностью съема на основании и включает технологическую емкость, снаружи на верхней стенке которой установлены перемешиватели, датчик температуры, датчик уровня жидкости, а на боковой стенке установлено средство для обогрева обсадной колонны, в качестве которого выступает электронагреватель, на нижней боковой поверхности технологической емкости выполнены отверстия, в которых установлены с возможностью съема дренажная линия, нагнетательная линия, не менее двух обратных линий, на которых установлены краны, буферную емкость, на верхней стенке которой выполнено отверстие, в которое установлен, с возможностью съема датчик уровня жидкости, на нижней боковой поверхности которой выполнены отверстия, в которых установлены дренажная линия и нагнетательная линия, насосную установку, на выходе из которой установлена нагнетательная линия, на которой последовательно установлены датчик давления нагнетания, датчик расходомера и краны.

Устройство поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - вид сверху общей схемы устройства;

фиг. 2 - трехмерная модель устройства;

фиг. 3 - схема испытательной блок-скважины, где:

1 - основание;

2 - фонтанная арматура;

3 - технологическая емкость;

4 - буферная емкость;

5 - насосная установка;

6 - датчик давления нагнетания;

7 - датчик расходомера;

8 - датчик температуры;

9 - кран;

10 - дренажная линия;

11 - нагнетательная линия;

12 - обратная линия;

13 - перемешиватель;

14 - датчик уровня жидкости;

15 - электронагреватель;

16 - испытуемое оборудование;

17 - насосно-компрессорные трубы;

18 - комбинированная обсадная колонна.

Устройство экспериментального стенда включает трубопровод с устьевым оборудованием, закрепленным с возможностью съема на основании 1 (фиг. 1 и 2), которое выполнено, например, из бетона. На основании 1 посредством болтовых соединений смонтирована технологическая емкость 3, на верхней стенке которой, посредством подшипников, смонтированы перемешиватели 13, посредством резьбового соединения, закреплены датчик температуры 8, датчик уровня жидкости 14. На боковой поверхности технологической емкости 3, посредством резьбового соединения, установлено средство для обогрева обсадной колонны, в качестве которого установлен электронагреватель 15 и выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема, дренажная линия 10 с краном 9. На противоположной боковой поверхности

технологической емкости 3 выполнены отверстия, в которые установлены с
возможностью съема нагнетательная линия 11 с краном 9, не менее двух обратных
линий 12 с кранами 9. На основании 1, посредством болтовых соединений, смонтирована
буферная емкость 4, на верхней стенке которой, выполнено отверстие, в которое
установлен, с возможностью съема, датчик уровня жидкости 14. На боковой поверхности
буферной емкости 4 выполнены отверстия, посредством резьбовых соединений
повышенной герметичности установлены дренажная линия 10 с краном 9.

На боковой поверхности снизу буферной емкости 4 выполнены отверстия,
посредством резьбовых соединений повышенной герметичности установлены
нагнетательная линия 11 с кранами 9, соединенных с технологической емкостью 3 через
переходник посредством насосной установки 5. На выходе из насосной установки 5 на
нагнетательной линии 11 последовательно установлены датчик давления нагнетания
6, датчик расходомера 7 и краны 9. Насосная установка 5, посредством резьбового
соединения повышенной герметичности, соединена с испытательным блоком-скважиной
(на фигуре не показан) трубопроводом.

Испытательная блок-скважина включает в себя фонтанную арматуру 2 (фиг. 3), на
которой смонтирована посредством болтовых соединений комбинированная обсадная
колонна 18. В комбинированной обсадной колонне 18 установлена лифтовая колонна,
в качестве которой используют насосно-компрессорные трубы 17, которые установлены
на устье скважины, закреплено испытываемое оборудование 16 с возможностью съема.

Персональный компьютер (на чертеже не показан), через беспроводное соединение
соединен с выходами датчика давления нагнетания 6, датчиками расходомера 7 и
датчиками температуры 8.

Устройство работает следующим образом. Демонтируется фонтанная арматура 2,
на насосно-компрессорных трубах 17 при помощи лебедки спускается испытываемое
оборудование 16 на расчетную глубину. Обратно монтируется фонтанная арматура 2
и подключается к блоку промывки. Далее происходит опрессовка нагнетательной
линии на расчетное давление испытания. В технологическую емкость 3 заливается
технологическая жидкость с заданными техническими характеристиками. При помощи
насосной установки 5 происходит закачка технологической жидкости в скважину для
проведения испытания. Это возможно только в случае, когда открыт участок
трубопровода, соединяющий технологическую емкость 3 с насосной установкой 5, и
насосная установка 5 с фонтанной арматурой 2. Для этого необходимо открыть краны
9, находящиеся на нагнетательной линии 11 технологической емкости 3 и на выходе
насосной установки 5. Одновременно с закачкой технологической жидкости происходит
вытеснение буферной жидкости из скважины в буферную емкость. Для выполнения
этого действия необходимо обеспечить соединение фонтанной арматуры 2 с буферной
емкостью 4. Для этого необходимо открыть краны 9, находящиеся обратной линии 12
технологической емкости 3 и на обратной линии 12 буферной емкости 4. Испытание
внутрискважинного оборудования проводят по отдельному плану испытания. После
проведенного испытания происходит вытеснение технологической жидкости и перевод
скважины на буферную жидкость. Это возможно при подключении участка
трубопровода от буферной емкости 4 до насосной установки 5 и от насосной установки
5 до фонтанной арматуры 2, а также от фонтанной арматуры 2 до технологической
емкости 3. Для этого необходимо открыть краны 9, находящиеся на обратной линии
12 технологической емкости 3, на нагнетательной линии 11 буферной емкости 4 и на
выходе насосной установки 5. Затем происходит отключение фонтанной арматуры 2
от блока промывки, ее демонтаж с устья скважины, поднятие испытываемого оборудования

из скважины и обратный монтаж фонтанной арматуры на устье скважины.

Испытание внутрискважинного оборудования может производиться двумя способами: прямой и обратной промывкой. Для проведения прямой промывки необходимо направить технологическую жидкость во внутритрубное пространство, а для этого
 5 необходимо открыть краны высокого давления 9 на нагнетательной линии 11 технологической емкости 3 и на выходе насосной установки 5, соединенного со внутритрубным пространством. Отвод технологической жидкости от скважины происходит по трубопроводу с открытым краном 9 на обратной линии 12 технологической емкости 3 из затрубного пространства. Обратная промывка
 10 производится закачкой технологической жидкости в затрубное пространство. Это возможно при открытии кранов 9 на нагнетательной линии 11 буферной емкости 4 и на выходе насосной установки 5, соединенной с затрубным пространством. Отвод технологической жидкости со скважины происходит по трубопроводу с открытыми кранами 9 на обратной линии 12 технологической емкости 3, соединенному с
 15 внутритрубным пространством.

Стенд для испытания внутрискважинного оборудования с имитацией реальных условий способен обеспечить проведение безопасных и высокоточных исследований внутрискважинного оборудования при разных значениях параметров расхода и температуры технологических жидкостей, что позволит сделать условия эксперимента
 20 максимально приближенными к реальным.

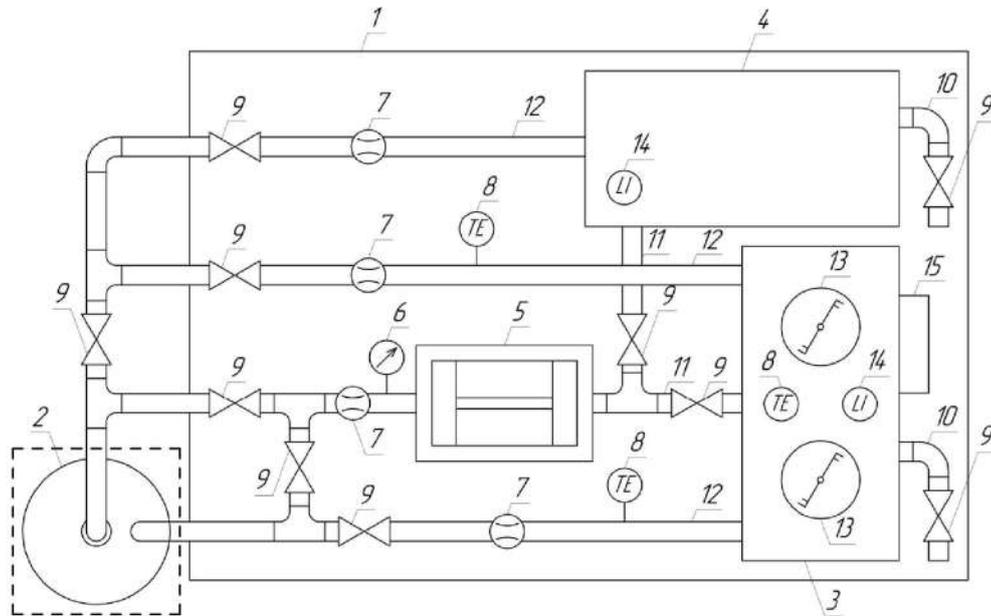
(57) Формула изобретения

Стенд для испытания внутрискважинного оборудования с имитацией реальных условий, включающий обсадную и лифтовую колонны, средство для обогрева обсадной
 25 колонны и насосную установку, отличающийся тем, что обсадная колонна выполнена комбинированной, установлена на фонтанной арматуре и соединена через трубопровод с устьевым оборудованием, которое закреплено с возможностью съема на основании и включает технологическую емкость, снаружи на верхней стенке которой установлены перемешиватели, датчик температуры, датчик уровня жидкости, а на боковой стенке
 30 установлено средство для обогрева обсадной колонны, в качестве которого выступает электронагреватель, на нижней части боковой поверхности технологической емкости выполнены отверстия, в которых установлены с возможностью съема дренажная линия, нагнетательная линия, не менее двух обратных линий, на которых установлены краны, буферную емкость, на верхней стенке которой выполнено отверстие, в которое
 35 установлен, с возможностью съема датчик уровня жидкости, на нижней части боковой поверхности которой выполнены отверстия, в которых установлены дренажная линия и нагнетательная линия, на выходе из насосной установки установлена нагнетательная линия, на которой последовательно установлены датчик давления нагнетания, датчик расходомера и краны.

40

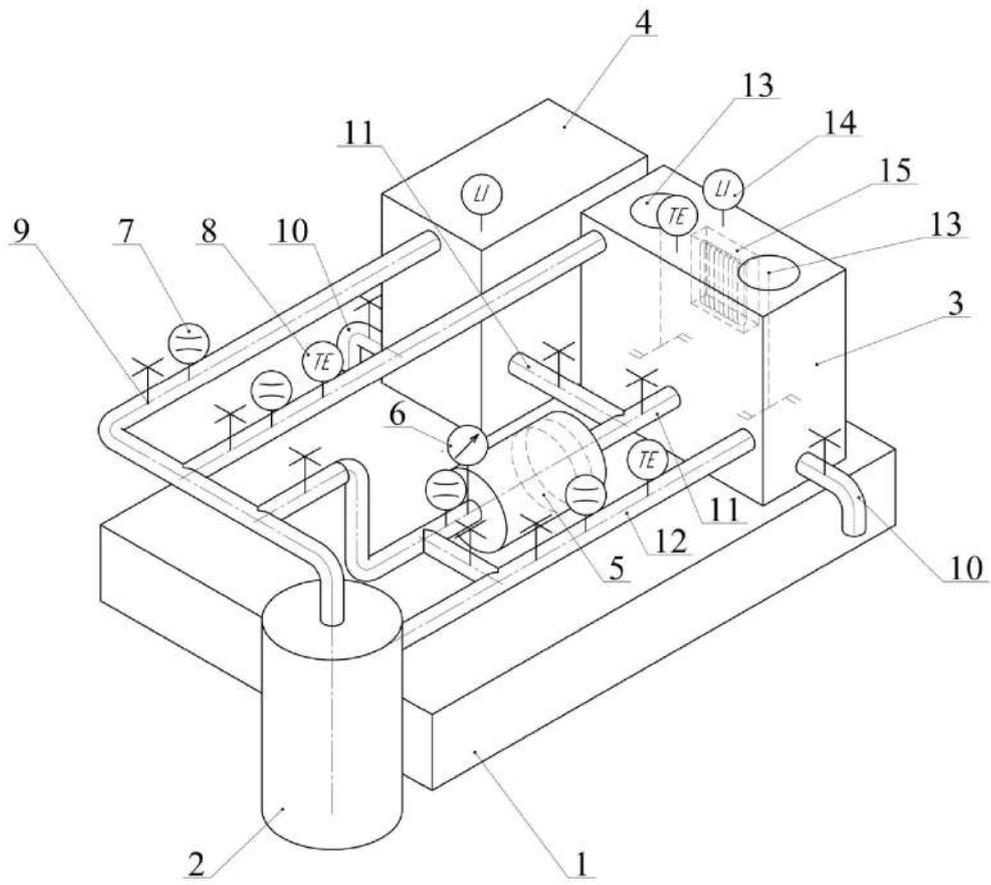
45

1

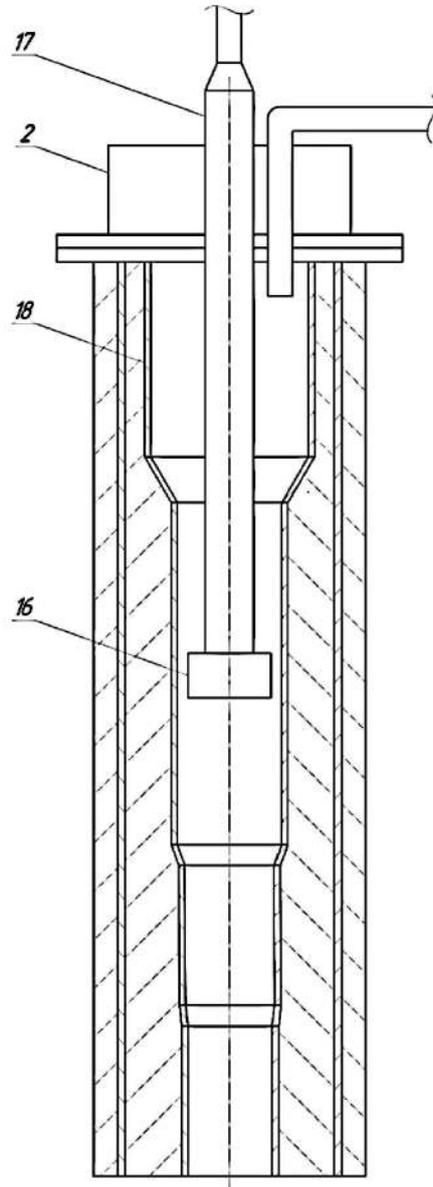


Фиг. 1

2



Фиг. 2



Фиг. 3