

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2749773

### СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СОСТАВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПОДЗЕМНОМ РЕМОНТЕ СКВАЖИН

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

Авторы: *Бондаренко Антон Владимирович (RU), Мардашов Дмитрий Владимирович (RU), Кунишин Андрей Андреевич (RU)*

Заявка № 2020139115

Приоритет изобретения **30 ноября 2020 г.**

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации **16 июня 2021 г.**

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает **30 ноября 2040 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Ивлиев*







ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*E21B 47/00 (2021.05)*

(21)(22) Заявка: 2020139115, 30.11.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
30.11.2020

Дата регистрации:  
16.06.2021

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 30.11.2020

(45) Опубликовано: 16.06.2021 Бюл. № 17

Адрес для переписки:  
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
Горный университет, Патентно-лицензионный  
отдел

(72) Автор(ы):

Бондаренко Антон Владимирович (RU),  
Мардашов Дмитрий Владимирович (RU),  
Куншин Андрей Андреевич (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 146824 U1, 20.10.2014. RU 2654889  
C1, 23.05.2018. RU 2515622 C2, 20.05.2014. RU  
118355 U1, 20.07.2012. RU 2641337 C1, 17.01.2018.  
RU 131078 U1, 10.08.2013. US 5287752 A1,  
22.02.1994.

## (54) СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СОСТАВОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ПОДЗЕМНОМ РЕМОНТЕ СКВАЖИН

(57) Реферат:

Изобретение относится к области эксплуатации и подземного ремонта нефтяных и газовых скважин и может быть использовано для исследования условий подъема газа в вертикальных или горизонтальных скважинах, заполненных различными технологическими жидкостями. Техническим результатом является создание стенда, повышающего эффективность глушения нефтяных и газовых скважин при их подземном ремонте. Стенд включает центральную лифтовую колонну, которая установлена в вертикальном положении внутри внешней колонны, причем обе упомянутые колонны снабжены трубопроводами отвода газожидкостной смеси. Также включает узел подачи и регулирования подачи жидкости, подключенный к трубопроводу подачи жидкости, узел подачи и регулирования расхода газа,

подключенный к трубопроводам подачи газа в стенд и сброса газа из стенда. При этом нижняя часть внешней колонны выполнена в форме горизонтальной трубы, на верхней и нижней поверхностях которой выполнены отверстия, в которые установлены фитинги газовой линии, на которой последовательно установлены манометр, редуктор и газовый баллон. В верхней части внешней колонны закреплена, с возможностью съема, крышка с отверстиями, через которые посредством трехходовых кранов подключена линия контроля выхода газа с счетчиком газа, линия подачи жидкости с последовательно установленными на ней насосом и цилиндром-емкостью с жидкостью и линия отвода жидкости, которая соединена с технологической емкостью. 1 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*E21B 47/00 (2021.05)*

(21)(22) Application: **2020139115, 30.11.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**30.11.2020**

Registration date:  
**16.06.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **30.11.2020**

(45) Date of publication: **16.06.2021** Bull. № 17

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, Gornyj universitet, Patentno-litsenzyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Bondarenko Anton Vladimirovich (RU),  
Mardashov Dmitrij Vladimirovich (RU),  
Kunshin Andrej Andreevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet" (RU)**

(54) **STAND FOR RESEARCHING GAS-HOLDING CAPACITY OF COMPOUNDS USED IN UNDERGROUND WELL REPAIR**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to the field of operation and underground repair of oil and gas wells and can be used to study the conditions of gas rise in vertical or horizontal wells filled with various process fluids. The stand includes a central lift column, which is installed in a vertical position inside the outer column, and both of these columns are equipped with pipelines for removing the gas-liquid mixture. It also includes a liquid supply and control unit connected to the liquid supply pipeline, a gas supply and flow control unit connected to the gas supply pipelines to the stand and gas discharge from the stand. In this case, the lower part of the outer column is made in the form of a horizontal pipe, on the upper and lower surfaces of

which holes are made, into which the gas line fittings are installed, on which a pressure gauge, a reducer and a gas cylinder are installed in series. In the upper part of the outer column, a cover with holes is fixed, with the possibility of removal, through which, by means of three-way valves, a gas outlet control line with a gas meter is connected, a liquid supply line with a pump and a cylinder-container with a liquid installed in series on it, and a liquid outlet line, which connected to the process tank.

EFFECT: creation of a stand that increases efficiency of killing oil and gas wells during their underground repair.

1 cl, 1 dwg

Изобретение относится к области эксплуатации и подземного ремонта нефтяных и газовых скважин и может быть использована для исследования условий подъема газа в вертикальных или горизонтальных скважинах, заполненных различными технологическими жидкостями.

5 Известна установка для моделирования натуральных условий работы скважин газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождений (патент РФ № 48580, опубл. 27.10.2005), включающая колонну труб различного диаметра, узел подачи и регулирования расхода жидкости, компрессор, устройства ввода в колонну и отвода из колонны газожидкостной смеси. Установка снабжена сепаратором, имеющим выходы для жидкости и газа, при  
10 этом выход для жидкости из сепаратора соединен с узлом подачи и регулирования расхода жидкости трубопроводом, а выход для газа – трубопроводом со входом компрессора.

Основным недостатком данного устройства является невысокая точность проводимых исследований вследствие особого расположения входов газа и жидкости  
15 в устройстве ввода газожидкостной смеси в лифтовую колонну таким образом (на одном уровне или ниже), что в ходе эксперимента становится возможным перетекание жидкости из трубопровода подачи жидкости, связанной с выходом устройства подачи и регулирования жидкости, в трубопровод подачи газа.

Известен стенд для исследования условий подъема жидкости с использованием газа  
20 (патент РФ № 121001, опубл. 10.10.2012), содержащий лифтовую колонну труб, устройство подачи и регулирования подачи жидкости, узел подачи и регулирования расхода газа, в состав которого входит компрессор, устройство ввода в колонну и отвода из колонны, сепаратор, приборы измерения давления в лифтовой колонне труб на входе в лифтовую колонну труб или на выходе из лифтовой колонны труб.

25 Недостатком конструкции данного стенда является то, что лифтовая колонна состоит только из одной трубы, следовательно имитация процесса движения жидкости и газа по затрубному пространству невозможна, и, следовательно, может наблюдаться низкая сходимость полученных результатов исследований с данными реальной скважины.

Известно устройство для исследования условий подъема жидкости с использованием  
30 газа (патент РФ №118354, опубл. 20.07.2012), состоящее из лифтовой колонны труб, узла подачи и регулирования расхода жидкости и газа, сепаратора, приборов измерения давления на входе в лифтовую колонну труб или на выходе из неё, устройства ввода в колонну и отвода из неё газожидкостной смеси, в котором входы жидкости и газа расположены таким образом, чтобы исключить перетекание жидкости из трубопровода  
35 подачи жидкости в трубопровод подачи газа за счет размещения входа жидкости ниже входа газа.

Недостатком конструкции данного стенда является то, что устройство ввода в колонну газожидкостной смеси, в котором производится смешение газа и жидкости  
40 обладает усеченной геометрией с входящими в него узлами подачи и регулирования расхода жидкости и газа, в следствие чего, происходит дополнительная турбулизация потока газожидкостной смеси и возникновение очагов разной концентрации газа в жидкости, по причине неполного смешения газа и жидкости, в следствие чего полученные данные могут иметь широкий диапазон погрешности.

Известен стенд для исследования условий подъема жидкости с использованием газа  
45 из газовых скважин (патент РФ №131078, опубл. 10.08.2013), содержащий одну лифтовую колонну труб, узел подачи и регулирования расхода жидкости и газа, включающий компрессор, трубопровод сброса газа из стенда, патрубок для слива жидкости из стенда, сепаратор, вход которого подключен соединительным трубопроводом к устройству

отвода из колонны, выход для жидкости сепаратора соединен посредством трубопровода подачи жидкости с входом узла подачи и регулирования подачи жидкости, выход для газа сепаратора подключен к входу узла подачи и регулирования расхода газа, выход которого подключен к входу подачи газа устройства ввода в колонну, отличающийся тем, что стенд дополнительно содержит трубопровод подачи жидкости в стенд с запорной арматурой, подключенный к узлу подачи и регулирования расхода жидкости, выход которого подключен к входу теплообменника, который является входом блока контроля и регулирования температуры жидкости, выход теплообменника является выходом блока контроля и регулирования температуры жидкости и подключен к входу подачи жидкости устройства ввода в колонну.

Недостатком конструкции стенда является ее сложность из-за содержания большого количества деталей и узлов, трубопроводов, осложняющих процесс сборки оборудования и создания требуемой герметичности всех соединений.

Известен стенд для исследования условий работы и газогидродинамических характеристик лифтовых колонн (патент РФ № 146824, опубл. 20.10.2014), принятый за прототип, состоящий из, по крайней мере, одной центральной лифтовой колонны, узла подачи и регулирования подачи жидкости, узла подачи и регулирования расхода газа, устройства ввода в колонну, установленного в нижней части центральной лифтовой колонны, сепаратора, прибора измерения давления в центральной лифтовой колонне, устройства ввода в колонну, снабженного патрубком для слива жидкости из стенда, причем вход устройства ввода в колонну, предназначенный для трубопровода подачи газа, расположен выше входа, предназначенного для трубопровода подачи жидкости, при этом центральная лифтовая колонна установлена в вертикальном или наклонном положении внутри внешней колонны, с которой центральная лифтовая колонна скреплена устройством крепления, причем обе упомянутые колонны снабжены трубопроводами отвода газожидкостной смеси с возможностью регулирования подачи газожидкостной смеси в сепаратор, выход узла подачи и регулирования расхода газа подключен трубопроводом подачи газа к устройству ввода в колонну через первый расходомер, причем трубопровод отвода газожидкостной смеси из кольцевого канала предназначен для подключения к соответствующему входу сепаратора через второй расходомер.

Недостатком конструкции стенда является то, что газ с заданным давлением подается в трубопровод подачи газа через узел подачи и регулирования расхода газа в стенд, при этом, на входе в стенд через расходомер происходит движение газа с широким диапазоном изменения давления, в следствие чего полученные данные имеют высокую погрешность.

Техническим результатом является создание стенда, повышающего эффективность глушения нефтяных и газовых скважин при их подземном ремонте.

Технический результат достигается тем, что нижняя часть внешней колонны в форме горизонтальной трубы, на верхней и нижней поверхности которой выполнены отверстия, в которые установлены фитинги газовой линии, на которой последовательно установлены манометр, редуктор и газовый баллон, а в верхней части внешней колонны закреплена, с возможностью съема, крышка с отверстиями, через которые, посредством трехходовых кранов, подключена линия контроля выхода газа с счетчиком газа, линия подачи жидкости с последовательно установленными на ней насосом и цилиндр-емкостью с жидкостью, и линия отвода жидкости, которая соединена с технологической емкостью.

Устройство поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 - общая схема устройства, где:

- 1 - газовый баллон;
- 2 - редуктор;
- 3 - манометр;
- 5 4 - линия сброса газа;
- 5 - запорная арматура;
- 6 - газовая линия;
- 7 - двухходовой кран;
- 8 - фланцевое соединение;
- 10 9 - внешняя колонна;
- 10 - центральная лифтовая колонна;
- 11 - крышка с отверстиями;
- 12 - линия отвода жидкости;
- 13 - технологическая емкость;
- 15 14 - линия подачи жидкости;
- 15 - цилиндр-емкость с жидкостью;
- 16 - насос для подачи жидкости;
- 17 - трехходовой кран;
- 18 - линия контроля выхода газа;
- 20 19 - счетчик газа.

Устройство экспериментального стенда для исследования газодерживающей способности составов, применяемых при подземном ремонте скважин (фиг. 1) включает внешнюю колонну 9, выполненную в виде сборной конструкции, например из стали, состоящей из трех участков (на фигуре не указаны отдельной позицией), скрепленных герметично между собой посредством фланцевого соединения 8. Нижняя часть внешней колонны 9 выполнена в виде горизонтальной трубы и снабжена съемными двухходовыми кранами 7, закрепленными посредством резьбового соединения. Газовая линия 6 закреплена к горизонтальному участку внешней колонны 9 посредством резьбового соединения или фитингов с навинченными запорными арматурами 5. На газовой линии 6 на входе во внешнюю колонну 9 на переходном тройнике (на фигуре на указан) закреплен манометр 3. У газовой линии 6 выполнен отвод, закрепленный посредством переходного тройника (на фигуре не указан) на линию сброса газа 4 с навинченной запорной арматурой 5. Узел подачи и регулирования расхода газа состоит из последовательно соединенных, посредством резьбовых соединений, газового баллона 1 или компрессора для подачи воздуха, редуктора 2 и газовой линии 6. Внутри внешней колонны 9 соосно расположена центральная лифтовая колонна 10 меньшего диаметра, которая присоединена при помощи сварного соединения к крышке с отверстиями 11, закрепленной к внешней колонне фланцевым соединением 8. На крышке с отверстиями 11 установлены посредством резьбового соединения трехходовые краны 17 для сообщения с внутренней полостью центральной лифтовой колонны 10 и кольцевым пространством, между внешней колонной 9 и центральной лифтовой колонной 10. Линия подачи жидкости 14 посредством резьбового соединения присоединена к трехходовому крану 17 для сообщения с кольцевым пространством. Узел подачи и регулирования подачи жидкости состоит из последовательно соединенных посредством резьбовых соединений насоса для подачи жидкости 16, цилиндра-емкости с жидкостью 15 и линии подачи жидкости 14. Технологическая емкость 13 подключена посредством резьбового соединения к линии отвода жидкости 12, соединенной при помощи резьбы с трехходовым краном 17 для сообщения с внутренней полостью центральной лифтовой

колонны 10. Оба трехходовых крана 17, составляющих устройство ввода в колонну, имеют отвод на линию контроля выхода газа 18, подключенную к счетчику газа 19, соединенные при помощи резьбового соединения.

Устройство работает следующим образом. Необходимое количество жидкости направляют по линии подачи жидкости 14 из цилиндр-емкости с жидкостью 15 через крышку с отверстиями 11 в стенд с регулированием расхода жидкости насосом 16, при этом жидкость движется по кольцевому пространству между внешней колонной 9 и центральной лифтовой колонной 10, заполняя пустотное пространство внешней колонны 9, с последующим движением по центральной лифтовой колонне 10 и далее через крышку с отверстиями 11 по линии отвода жидкости 12 к технологической емкости 13. После этого насос для подачи жидкости 16 отключают и изменяют положение трехходовых кранов 17, переключая их на линию контроля выхода газа 18. При этом способ подачи и отвода жидкости из стенда могут быть изменены таким образом, что линия подачи жидкости 14 заменена на линию отвода жидкости 12, либо линия подачи жидкости 14 расположена в нижней части стенда и подключена через двухходовой кран 7.

Далее стенд подключают к газовому баллону 1 через газовую линию 6. Посредством регулирования редуктора 2 в газовую линию 6 нагнетается газ до установленного условиями эксперимента давления, контролируемого манометром 3 на входе во внешнюю колонну 9. После открытия запорной арматуры 5, установленной на газовой линии 6, газ поступает во внешнюю колонну 9 и поднимается по ней вверх до нижней части центральной лифтовой колонны 10, где движение потока возможно по двум каналам – по кольцевому, между внешней колонной 9 и центральной лифтовой колонной 10, и по центральной лифтовой колонне 10. Затем оба потока по линии контроля выхода газа 17 поступают в счетчик газа 19 для обнаружения прорыва и подсчета объема газа.

В ходе проведения экспериментов моделируются различные технологические параметры работы стенда, заключающиеся в изменении давления подачи газа с помощью газового баллона 1 и расхода жидкости с помощью насоса для подачи жидкости 16, обеспечении вариативности способов подачи газа во внешнюю колонну 9 путем попеременного или одновременного открытия запорных арматур 5 в нижней части стенда, исследовании движения газа по строго вертикальным трубам («модель вертикальной скважины») или по горизонтальным и вертикальным трубам («модель горизонтальной скважины»), а также включающие работу только по внешней колонне 9 без спуска центральной лифтовой колонны 10.

После окончания эксперимента давление из стенда стравливается посредством линии сброса газа 4, путем открытия запорной арматуры 5, в свою очередь жидкость сливается через двухходовые краны 7 в систему утилизации (на фигуре не указана).

Таким образом, применение заявленного устройства позволит упростить конструкцию оборудования, тем самым уменьшив экономические затраты на его создание, расширить технические характеристики стенда, в частности с возможностью моделирования различных условий притока газа в скважину и исследований подъема не только воздуха, но и других газов, по вертикальным и горизонтальным колоннам труб путем их модификации в условиях, приближенных к реальным, проводить сравнительную оценку и выбор наиболее эффективных блокирующих составов, применяемых при подземном ремонте скважин.

#### (57) Формула изобретения

Стенд для исследования газодерживающей способности составов, применяемых при подземном ремонте скважин, включающий центральную лифтовую колонну,

которая установлена в вертикальном положении внутри внешней колонны, причем обе упомянутые колонны снабжены трубопроводами отвода газожидкостной смеси, узел подачи и регулирования подачи жидкости, подключенный к трубопроводу подачи жидкости, узел подачи и регулирования расхода газа, подключенный к трубопроводам 5 подачи газа в стенд и сброса газа из стенда, отличающийся тем, что нижняя часть внешней колонны выполнена в форме горизонтальной трубы, на верхней и нижней поверхностях которой выполнены отверстия, в которые установлены фитинги газовой линии, на которой последовательно установлены манометр, редуктор и газовый баллон, а в верхней части внешней колонны закреплена, с возможностью съема, крышка с 10 отверстиями, через которые посредством трехходовых кранов подключена линия контроля выхода газа с счетчиком газа, линия подачи жидкости с последовательно установленными на ней насосом и цилиндром-емкостью с жидкостью и линия отвода жидкости, которая соединена с технологической емкостью.

15

20

25

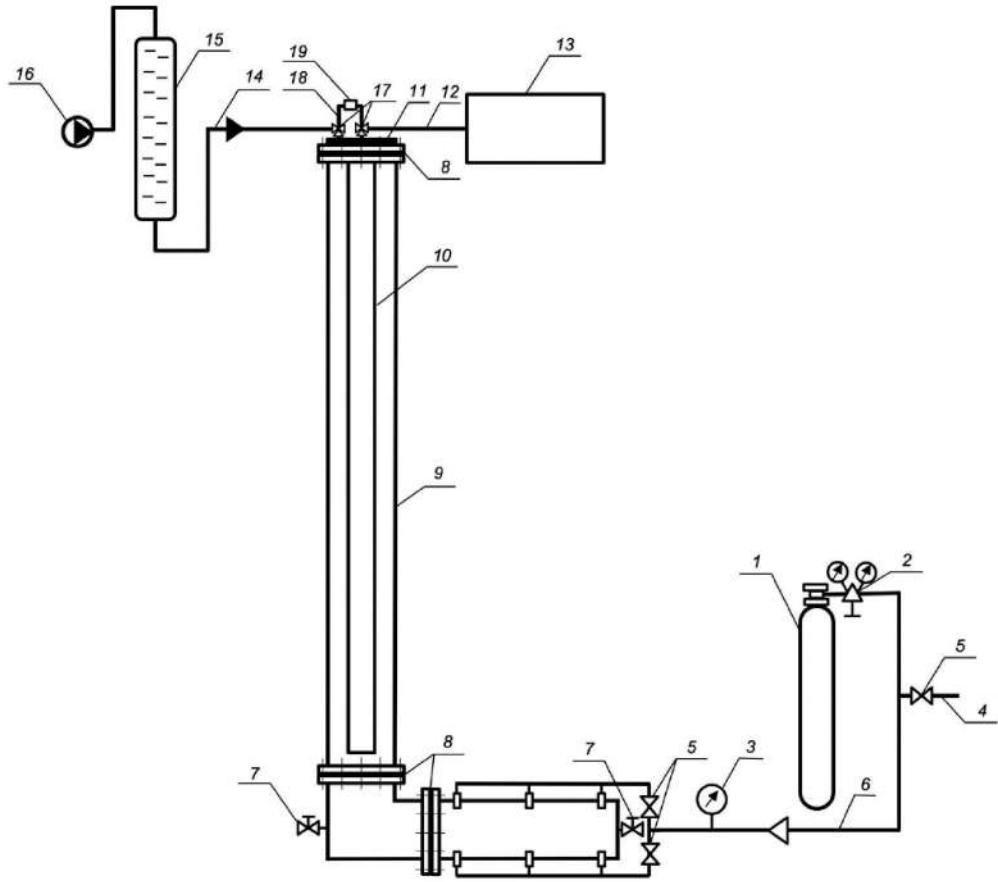
30

35

40

45





Фиг. 1