

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2818386

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАСЫЩЕНИЯ ПОРИСТОГО ПРОПАНТА ИНГИБИРУЮЩИМ ВЕЩЕСТВОМ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Коробов Григорий Юрьевич (RU), Нгуен Ван Тханг (RU), Парфенов Дмитрий Викторович (RU), Подопризора Дмитрий Георгиевич (RU)*

Заявка № 2023130237

Приоритет изобретения **21 ноября 2023 г.**

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **02 мая 2024 г.**

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает **21 ноября 2043 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C09K 8/80 (2024.01); G01N 15/08 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023130237, 21.11.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
21.11.2023

Дата регистрации:  
02.05.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.11.2023

(45) Опубликовано: 02.05.2024 Бюл. № 13

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Коробов Григорий Юрьевич (RU),  
Нгуен Ван Тханг (RU),  
Парфенов Дмитрий Викторович (RU),  
Подопригора Дмитрий Георгиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет императрицы Екатерины II"  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: ПОРОДЫ ГОРНЫЕ. Метод  
определения коэффициента открытой  
пористости жидкостенасыщением. ГОСТ  
26450.1-85. RU 138325 U1, 10.03.2014. SU 1257469  
A1, 15.09.1986. EA 34457 B1, 11.02.2020. US  
9557254 B2, 31.01.2017.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАСЫЩЕНИЯ ПОРИСТОГО ПРОППАНТА ИНГИБИРУЮЩИМ  
ВЕЩЕСТВОМ

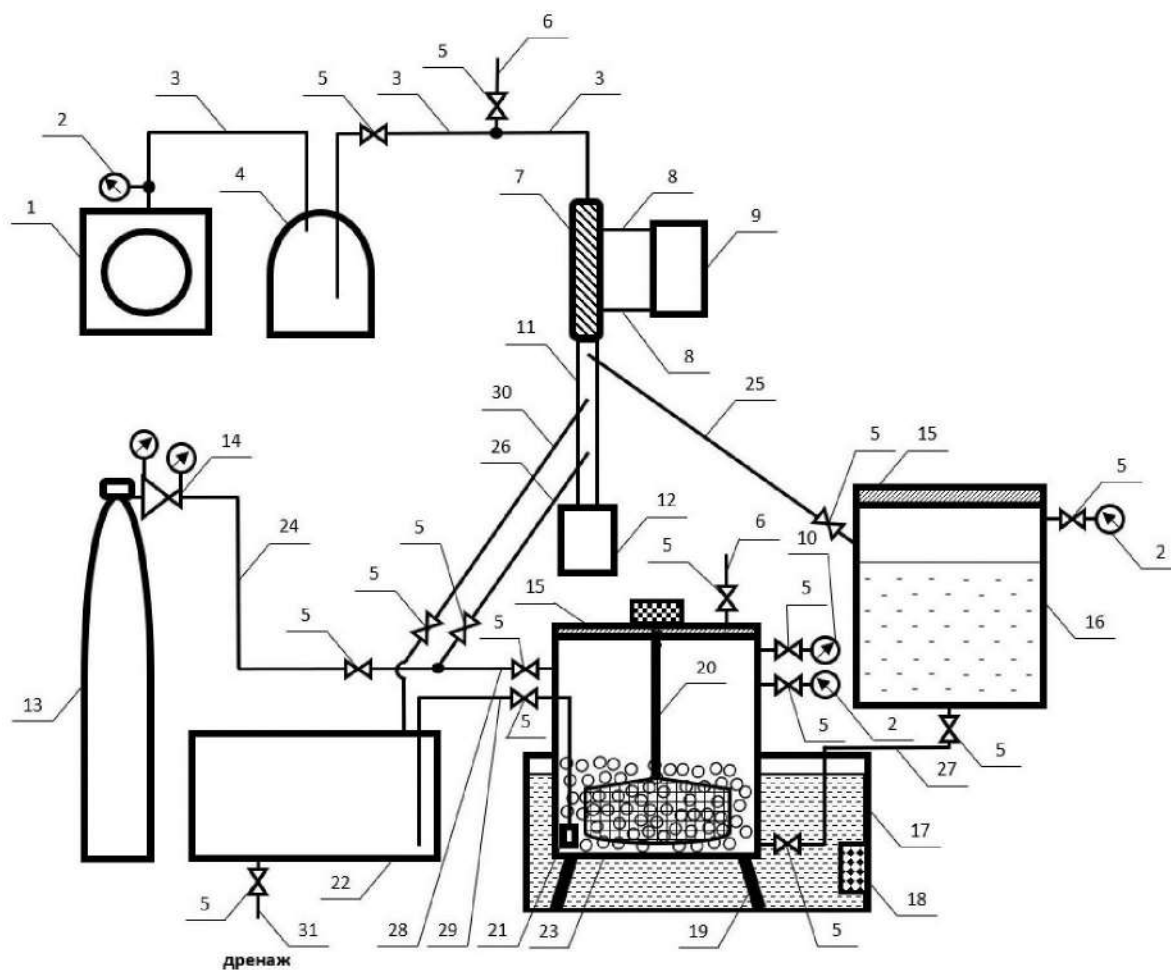
(57) Реферат:

Изобретение относится к области нефтедобычи. Технический результат - повышение эффективности процесса ингибирования продукции, возможность донасыщать пористый проппант при избыточном давлении и выпаривать твердое ингибирующее вещество, заполняющее пустоты пористого проппанта. Устройство для насыщения пористого проппанта ингибирующим веществом содержит емкость для насыщения 23, выполненную в форме полого цилиндра и установленную на расширяющейся книзу кольцевой опоре 19, которая установлена в емкости теплоносителя водяной бани 17, выполненной в форме полого параллелепипеда. В нижней части емкости теплоносителя водяной бани 17 выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема нагревательный элемент с терморегулятором 18.

Сверху на емкость для насыщения 23 установлена с возможностью съема крышка 15. В крышке 15 выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема мешалка сыпучих материалов 20 и отвод через запорный кран 5 на газовую линию сброса давления 6. В верхней части боковой стенки емкости для насыщения 23 выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема через запорные краны 5 вакуумметр 2 и манометр 10, отвод через запорный кран 5 на газовую линию 28 и сгон, соединенный с расположенным в нижней части емкости для насыщения 23 фильтром грубой очистки 21 и через запорный кран 5 с линией отвода жидкости насыщения 29. На газовой линии 28 установлен с возможностью съема тройник. Первый выход тройника соединен с возможностью съема через запорный кран 5 с

линией высокого давления 24, которая соединена с газовым редуктором 14, который установлен на газовом баллоне 13. Применение в конструкции заявленного устройства газового

баллона, емкости теплоносителя водяной бани и нагревательного элемента с терморегулятором позволит расширить технические характеристики устройства. 1 ил.



Фиг. 1

RU 2818386 C1

RU 2818386 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C09K 8/80 (2024.01); G01N 15/08 (2024.01)*

(21)(22) Application: **2023130237, 21.11.2023**

(24) Effective date for property rights:  
**21.11.2023**

Registration date:  
**02.05.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **21.11.2023**

(45) Date of publication: **02.05.2024** Bull. № 13

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, SPGU,  
Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Korobov Grigorii Iurevich (RU),  
Nguyen Van Tkhang (RU),  
Parfenov Dmitrii Viktorovich (RU),  
Podoprigora Dmitrii Georgievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **DEVICE FOR POROUS PROPPANT SATURATION WITH INHIBITING SUBSTANCE**

(57) Abstract:

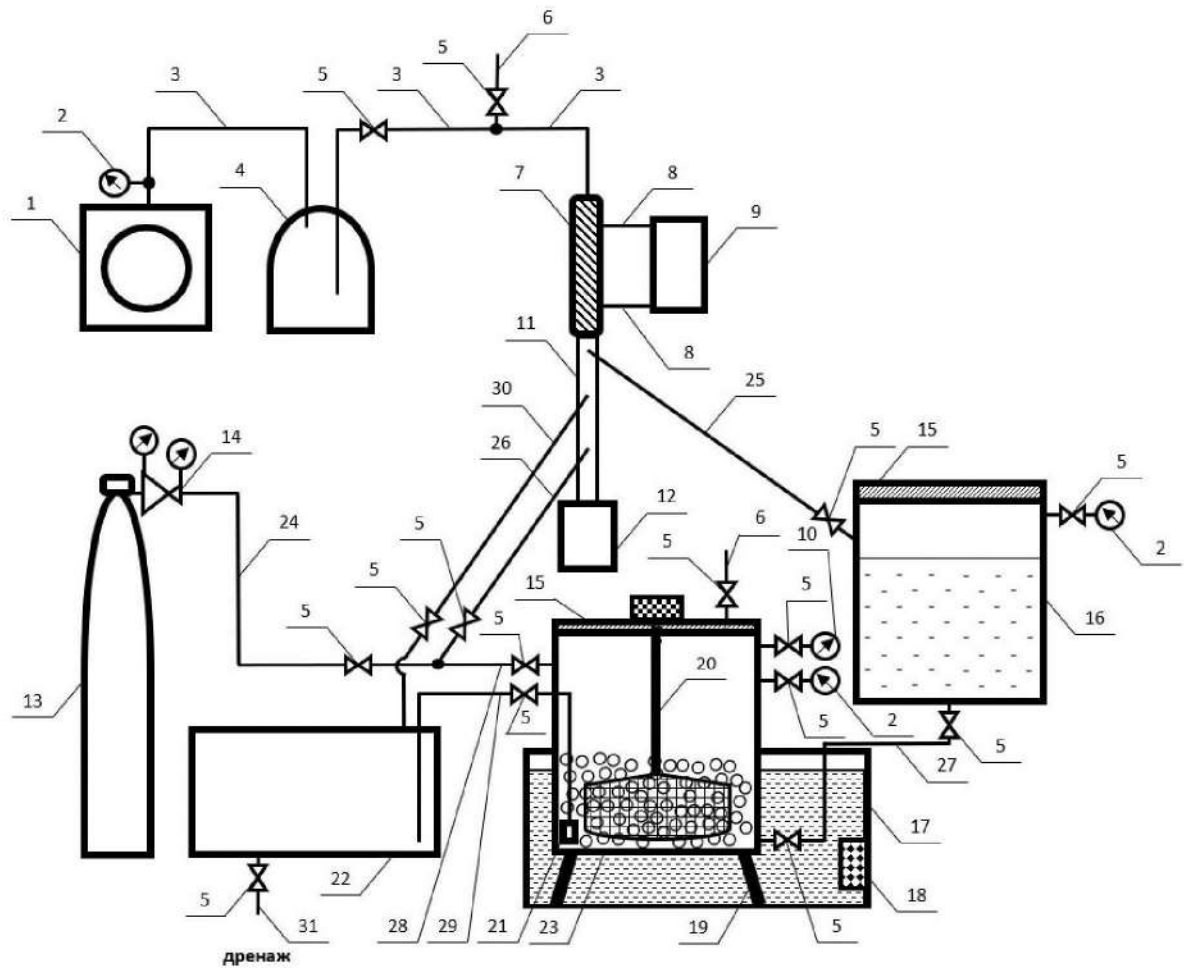
FIELD: oil production.

SUBSTANCE: device for saturation of porous proppant with inhibiting substance comprises saturation tank 23, made in form of hollow cylinder and installed on expanding downward annular support 19, which is installed in the heat carrier tank of water bath 17, made in the form of a hollow parallelepiped. In the lower part of the heat carrier tank of water bath 17 there is a hole in which a heating element with temperature regulator 18 is installed with possibility of removal. Cover 15 is installed on top of saturation tank 23 with possibility of removal. In cover 15 there are holes, in which mixer of loose materials 20 and the outlet through shut-off valve 5 to gas pressure release line 6 are installed with possibility of removal. In the upper part of the side wall of saturation tank 23, holes are made, into which vacuum meter 2 and pressure gauge 10 are installed with possibility of removal through shut-off valves 5,

discharge via shut-off valve 5 to gas line 28 and squeezer connected to coarse filter 21 located in lower part of tank for saturation 23 and through shut-off valve 5 with saturation liquid discharge line 29. T-piece is installed on gas line 28 with possibility of removal. First outlet of the T-piece is detachably connected through shut-off valve 5 to high-pressure line 24, which is connected to gas pressure regulator 14, which is installed on gas cylinder 13. Use of a gas cylinder, a water bath heat carrier tank and a heating element with a temperature controller in the design of the disclosed device will make it possible to expand the technical characteristics of the device.

EFFECT: increased efficiency of product inhibition process, possibility of additional saturation of porous proppant at excessive pressure and evaporation of solid inhibiting substance filling cavities of porous proppant.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к области нефтедобычи, в частности к устройствам лабораторной техники для насыщения пористого проппанта различными жидкостями.

Известна установка для определения водопоглощения под вакуумом (Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости: ГОСТ 7025-91. - Издание официальное. - М.: Стандартинформ, 2006. - 12 с. (стр. 4, черт. 1)), включающая вакуумный насос, вакуумный эксикатор, вакуумный шланг, вакуумные краны, манометр, ловушку.

Недостатком устройства является применение вакуумного эксикатора с одним отводом на линию вакуумирования, установленного на крышке, что не обеспечивает предварительное удаление атмосферного воздуха из пор образца.

Известна установка для насыщения керна с функцией капиллярной пропитки «СМП-НК» (URL: <https://kortekh.ru/wp-content/uploads/2021/03/smp-nk-listovka-tehnicheskoe-opisanie.pdf>, дата обращения 03.09.23), включающая кран, трубопроводную арматуру, вакуумную линию, линию высокого давления, пневматическую линию для продувки, измерительный блок, емкость для жидкости насыщения, магнитную мешалку, компрессор, камеру насыщения образцов, вакуумный насос, панель управления.

Недостатком устройства является применение в его конструкции цилиндрической емкости высокого давления в качестве камеры насыщения, что не обеспечивает регулирование и поддержание ее постоянной температуры и, как следствие, температурных условий в процессе насыщения и выпаривания.

Известен ручной сатуратор «MS-535» («Coretest Systems Inc», URL: [https://spmi.ru/sites/default/files/imci\\_images/education/neftegazovy\\_facultet/lab\\_podgotovki\\_kerna.pdf](https://spmi.ru/sites/default/files/imci_images/education/neftegazovy_facultet/lab_podgotovki_kerna.pdf), дата обращения: 09.09.23, стр. 2), включающий систему вакуумирования, пневматическую линию, линию вакуумирования, линию слива, камеру насыщения, емкость для жидкости насыщения, трубопроводную арматуру, крышку, систему регулирования давления, осушитель газа, запорные арматуры, датчики давления, регулятор давления, линию сброса давления.

Недостатком устройства является то, что линия слива присоединена к нижней части камеры насыщения, что не обеспечивает удаление жидкости из камеры насыщения, заполненной мелкофракционными образцами.

Известно устройство для насыщения жидкостью твердых пористых материалов (патент РФ № 138325, опубл. 10.03.2014), содержащее цилиндрический корпус с фланцем и крышку, выполненные из нержавеющей стали, соединенные болтовыми соединениями и уплотненные прокладкой, причем крышка имеет патрубок для установки устройства ввода насыщающей жидкости, канал для размещения термодары, кран для подключения к вакуумному насосу, кран для подключения к магистрали сжатого воздуха, канал для установки мановакуумметра, отличающееся тем что в качестве устройства ввода насыщающей жидкости используется воронка из нержавеющей стали с краном в нижней части, установленная на патрубке крышки через уплотнение, а размещение сменной емкости в цилиндрическом корпусе обеспечивает возможность выполнения серии экспериментов с различными насыщающими жидкостями.

Недостатком устройства является применение в его конструкции для ввода насыщающей жидкости открытой воронки из нержавеющей стали с краном в нижней части, что не обеспечивает герметичность процесса насыщения.

Известно устройство для насыщения образцов (Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением: ГОСТ 26450.1-85, URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294852/4294852835.pdf> дата обращения: 09.09.23, стр. 2), принятое за прототип, включающее сосуд для насыщающей жидкости, запорные краны,

емкость для насыщения, трехходовой кран, ловушку для предотвращения попадания жидкости в вакуумный насос, вакуумметр, вакуумный насос.

Недостатком устройства является соединение емкости для насыщения образцов с линией вакуумирования, что ограничивает универсальность конструкции с точки зрения  
5 возможности донасыщения при высоком давлении.

Техническим результатом является повышение эффективности процесса ингибирования продукции. Устройство для насыщения пористого проппанта ингибирующим веществом, включающее вакуумный насос, вакуумметр, емкость-  
10 уловитель жидкости, запорные краны, сосуд для насыщающей жидкости, емкость для насыщения, отличающееся тем, что емкость для насыщения выполнена в форме полого цилиндра и установлена на расширяющей к низу кольцевой опоре, которая установлена в емкости теплоносителя водяной бани в форме полого параллелепипеда, в нижней части которой выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема  
15 нагревательный элемент с терморегулятором, сверху на емкость для насыщения установлена с возможностью съема крышка, в которой выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема мешалка сыпучих материалов и отвод через запорный кран на газовую линию сброса давления, а в верхней части боковой стенки емкости для насыщения выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью  
20 съема через запорные краны вакуумметр и манометр, отвод через запорный кран на газовую линию и сгон, который соединен с фильтром грубой очистки и через запорный кран с линией отвода жидкости насыщения, которая соединена с емкостью отработанной жидкости насыщения в форме герметичного полого параллелепипеда через сгон, в нижней части емкости отработанной жидкости насыщения выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема отвод через запорный кран на линию слива,  
25 а в верхней части - выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема отвод через запорный кран на линию вакуумирования, на газовой линии установлен с возможностью съема тройник, первый выход которого соединен с возможностью съема через запорный кран с линией высокого давления, которая соединена с газовым редуктором, который установлен на газовом баллоне, второй выход - с линией  
30 вакуумирования емкости насыщения, в нижней части боковой стенки емкости для насыщения выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема отвод через запорный кран на линию подачи жидкости насыщения, которая соединена с возможностью съема через запорный кран с возможностью съема с отводом, который установлен в отверстие в нижней части сосуда для насыщающей жидкости, который  
35 выполнен в форме полого цилиндра, на который сверху установлена с возможностью съема крышка, а в верхней части боковой стенки выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема через запорный кран вакуумметр и отвод через запорный кран на линию вакуумирования жидкости насыщения, при этом линия вакуумирования жидкости насыщений, линия вакуумирования емкости насыщения и  
40 линия вакуумирования соединены с возможностью съема со сборным коллектором через сгоны под углом, а их концы расположены на центральной оси сборного коллектора, нижняя часть которого соединена с возможностью съема с емкостью-приемником растворителя, которая выполнена в форме полого цилиндра, а верхняя часть соединена с возможностью съема с обратным холодильником, в верхней и нижней  
45 частях боковой стенки которого выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема отводы на линии жидкости охлаждения, которые соединены с возможностью съема с циркуляционным термостатом, при этом обратный холодильник соединен с возможностью съема с линией вакуумной системы, на которой с

возможностью съема установлен тройник, первый выход которого соединен с  
возможностью съема через запорный кран с газовой линией сброса давления, второй  
- с линией вакуумной системы, на которой последовательно установлены с  
возможностью съема запорный кран, емкость-уловитель жидкости и тройник, первый  
5 выход которого соединен с возможностью съема с вакуумметром, а второй - с  
вакуумным насосом.

Технический результат достигается тем, что емкость для насыщения выполнена в  
форме полого цилиндра и установлена на расширяющей к низу кольцевой опоре,  
которая установлена в емкости теплоносителя водяной бани в форме полого  
10 параллелепипеда, в нижней части которой выполнено отверстие, в которое установлен  
с возможностью съема нагревательный элемент с терморегулятором, сверху на емкость  
для насыщения установлена с возможностью съема крышка, в которой выполнены  
отверстия, в которые установлены с возможностью съема мешалка сыпучих материалов  
и отвод через запорный кран на газовую линию сброса давления, а в верхней части  
15 боковой стенки емкости для насыщения выполнены отверстия, в которые установлены  
с возможностью съема через запорные краны вакуумметр и манометр, отвод через  
запорный кран на газовую линию и сгон, который соединен с фильтром грубой очистки  
и через запорный кран с линией отвода жидкости насыщения, которая соединена с  
емкостью отработанной жидкости насыщения в форме герметичного полого  
20 параллелепипеда через сгон, в нижней части емкости отработанной жидкости насыщения  
выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема отвод через  
запорный кран на линию слива, а в верхней части - выполнено отверстие, в которое  
установлен с возможностью съема отвод через запорный кран на линию  
вакуумирования, на газовой линии установлен с возможностью съема тройник, первый  
25 выход которого соединен с возможностью съема через запорный кран с линией высокого  
давления, которая соединена с газовым редуктором, который установлен на газовом  
баллоне, второй выход - с линией вакуумирования емкости насыщения, в нижней части  
боковой стенки емкости для насыщения выполнено отверстие, в которое установлен  
с возможностью съема отвод через запорный кран на линию подачи жидкости  
30 насыщения, которая соединена с возможностью съема через запорный кран с  
возможностью съема с отводом, который установлен в отверстие в нижней части сосуда  
для насыщающей жидкости, который выполнен в форме полого цилиндра, на который  
сверху установлена с возможностью съема крышка, а в верхней части боковой стенки  
выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема через запорный  
35 кран вакуумметр и отвод через запорный кран на линию вакуумирования жидкости  
насыщения, при этом линия вакуумирования жидкости насыщений, линия  
вакуумирования емкости насыщения и линия вакуумирования соединены с  
возможностью съема со сборным коллектором через сгоны под углом, а их концы  
расположены на центральной оси сборного коллектора, нижняя часть которого  
40 соединена с возможностью съема с емкостью-приемником растворителя, которая  
выполнена в форме полого цилиндра, а верхняя часть соединена с возможностью съема  
с обратным холодильником, в верхней и нижней частях боковой стенки которого  
выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема отводы на линии  
жидкости охлаждения, которые соединены с возможностью съема с циркуляционным  
45 термостатом, при этом обратный холодильник соединен с возможностью съема с линией  
вакуумной системы, на которой с возможностью съема установлен тройник, первый  
выход которого соединен с возможностью съема через запорный кран с газовой линией  
сброса давления, второй - с линией вакуумной системы, на которой последовательно



установлены с возможностью съема запорный кран, емкость-уловитель жидкости и тройник, первый выход которого соединен с возможностью съема с вакуумметром, а второй - с вакуумным насосом.

Устройство поясняется следующей фигурой:

- 5      фиг. 1 - общая схема устройства, где:
- 1 - вакуумный насос;
- 2 - вакуумметр;
- 3 - линия вакуумной системы;
- 4 - емкость-уловитель жидкости;
- 10     5 - запорный кран;
- 6 - газовая линия сброса давления;
- 7 - обратный холодильник;
- 8 - линия жидкости охлаждения;
- 9 - циркуляционный термостат;
- 15     10 - манометр;
- 11 - сборный коллектор;
- 12 - емкость-приемник растворителя;
- 13 - газовый баллон;
- 14 - газовый редуктор;
- 20     15 - крышка;
- 16 - сосуд для насыщающей жидкости;
- 17 - емкость теплоносителя водяной бани;
- 18 - нагревательный элемент;
- 19 - опора;
- 25     20 - мешалка сыпучих материалов;
- 21 - фильтр грубой очистки;
- 22 - емкость отработанной жидкости насыщения;
- 23 - емкость для насыщения;
- 24 - линия высокого давления;
- 30     25 - линия вакуумирования жидкости насыщения;
- 26 - линия вакуумирования емкости насыщения;
- 27 - линия подачи жидкости насыщения;
- 28 - газовая линия;
- 29 - линия отвода жидкости насыщения;
- 35     30 - линия вакуумирования;
- 31 - линия слива.

Устройство содержит емкость для насыщения 23 (фиг. 1), выполненную в форме полого цилиндра и установленную на расширяющей к низу кольцевой опоре 19, которая установлена в емкости теплоносителя водяной бани 17, выполненной в форме полого параллелепипеда. В нижней части емкости теплоносителя водяной бани 17 выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема нагревательный элемент с терморегулятором 18. Сверху на емкость для насыщения 23 установлена с возможностью съема крышка 15. В крышке 15 выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема мешалка сыпучих материалов 20 и отвод через запорный кран 5 на газовую линию сброса давления 6. В верхней части боковой стенки емкости для насыщения 23 выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема через запорные краны 5 вакуумметр 2 и манометр 10, отвод через запорный кран 5 на газовую линию 28 и сгон, соединенный с расположенным в нижней части емкости для

насыщения 23 фильтром грубой очистки 21 и через запорный кран 5 с линией отвода жидкости насыщения 29. Линия отвода жидкости насыщения 29 соединена с выполненной в форме герметичного полого параллелепипеда емкостью отработанной жидкости насыщения 22 через сгон, установленный в выполненное в верхней её части отверстие, конец линии отвода жидкости насыщения 29 установлен у дна емкости отработанной жидкости насыщения 22. В нижней части емкости отработанной жидкости насыщения 22 выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема отвод через запорный кран 5 на линию слива 31. В верхней части емкости отработанной жидкости насыщения 22 выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема отвод через запорный кран 5 на линию вакуумирования 30. На газовой линии 28 установлен с возможностью съема тройник. Первый выход тройника соединен с возможностью съема через запорный кран 5 с линией высокого давления 24, которая соединена с газовым редуктором 14, который установлен на газовом баллоне 13. Второй выход тройника соединен с возможностью съема через запорный кран 5 с линией вакуумирования емкости насыщения 26. В нижней части боковой стенки емкости для насыщения 23 выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема отвод через запорный кран 5 на линию подачи жидкости насыщения 27. Линия подачи жидкости насыщения 27 соединена с возможностью съема через запорный кран 5 с установленным с возможностью съема отводом в отверстие, которое выполнено в нижней части сосуда для насыщающей жидкости 16, выполненного в форме полого цилиндра. Сверху на сосуд для насыщающей жидкости 16 установлена с возможностью съема крышка 15. В верхней части боковой стенки сосуда для насыщающей жидкости 16 выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема через запорный кран 5 вакуумметр 2 и отвод через запорный кран 5 на линию вакуумирования жидкости насыщения 25. Линия вакуумирования жидкости насыщения 25, линия вакуумирования емкости насыщения 26, линия вакуумирования 30 соединены с возможностью съема со сборным коллектором 11 через сгоны под углом, а концы линии вакуумирования жидкости насыщений 25, линии вакуумирования емкости насыщения 26, линии вакуумирования 30 расположены на центральной оси сборного коллектора 11. Нижняя часть сборного коллектора 11 соединена с возможностью съема с емкостью-приемником растворителя 12, выполненной в форме полого цилиндра, верхняя часть сборного коллектора 11 соединена с возможностью съема с обратным холодильником 7. В верхней и нижней частях боковой стенки обратного холодильника 7 выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема отводы на линии жидкости охлаждения 8, соединенные с возможностью съема с циркуляционным термостатом 9. Обратный холодильник 7 соединен с возможностью съема с линией вакуумной системы 3, на которой с возможностью съема установлен тройник, первый выход которого соединен с возможностью съема через запорный кран 5 с газовой линией сброса давления 6, второй выход - с возможностью съема с линией вакуумной системы 3, на которой последовательно установлены с возможностью съема запорный кран 5, емкость-уловитель жидкости 4 для предотвращения попадания жидкости в вакуумный насос, тройник. Первый выход тройника соединен с возможностью съема с вакуумметром 2, второй выход - с возможностью съема с вакуумным насосом 1.

Устройство работает следующим образом. Включают циркуляционный термостат 9 и устанавливают требуемую рабочую температуру циркулирующей жидкости. Снимают крышку 15 емкости для насыщения 23, и засыпают необходимое количество пористого пропанта, затем крышку 15 устанавливают обратно. Снимают крышку 15 сосуда для насыщающей жидкости 16, и заливают необходимое количество жидкости насыщения,

представляющей собой раствор твердого ингибирующего вещества в растворителе, затем крышку 15 устанавливают обратно. Открывают запорные краны 5 на линии вакуумной системы 3, на линии вакуумирования жидкости насыщения 25 и на вакуумметр 2 на сосуде для насыщающей жидкости 16. Включают вакуумный насос, и создается технический вакуум в системе, давление в которой измеряется вакуумметрами 2 на линии вакуумной системы 3 и на сосуде для насыщающей жидкости 16. Создаваемый технический вакуум над поверхностью жидкости насыщения приводит к ее вакуумированию и удалению растворенных в ней газов. По окончании вакуумирования жидкости насыщения закрывают запорный кран 5 на линии вакуумирования жидкости насыщения 25. Открывают запорные краны 5 на линии вакуумирования емкости насыщения 26, на линии газовой линии 28 и на вакуумметр 2 на емкости для насыщения 23. Создаваемый технический вакуум в емкости для насыщения 23 приводит к удалению воздуха из пустот пористого проппанта. По окончании вакуумирования пористого проппанта закрывают запорный кран 5 на газовой линии 28. Выключают вакуумный насос 1, открывают запорный кран 5 на газovou линию сброса давления 6, установленную на линии вакуумной системы 3. При достижении в открытой части системы давления равного атмосферному давлению закрывают запорные краны 5 на линии вакуумирования емкости насыщения 26 и на газovou линию сброса давления 6, установленную на линии вакуумной системы 3. Открывают запорные краны 5 на линии подачи жидкости насыщения 27, что приводит к заполнению емкости для насыщения 23 жидкостью насыщения, с полностью погруженным в нее частицами пористого проппанта. Открывают запорные краны 5 на газовой линии 28, на линии вакуумирования емкости насыщения 26, на линии вакуумирования жидкости насыщения 25 и на газovou линию сброса давления 6, установленную на линии вакуумной системы 3. При достижении в открытой части системы давления равного атмосферному давлению закрывают запорные краны 5 на линии вакуумирования жидкости насыщения 25, на линии подачи жидкости насыщения 27. Пористый проппант оставляют для донасыщения при атмосферном давлении. По окончании донасыщения при атмосферном давлении закрывают запорные краны 5 на установленную на линии вакуумной системы 3 газovou линию сброса давления 6, на линии вакуумирования емкости насыщения 26, на линии вакуумной системы 3 и на вакуумметр 2 на емкости для насыщения 23. Открывают запорные краны 5 на линии высокого давления 24, на манометр 10. Посредством регулирования газового редуктора 14 в емкость для насыщения 23 нагнетают газ, и создается избыточное давление, измеряемое манометром 10. Пористый проппант оставляют для донасыщения при установленном повышенном давлении. По окончании донасыщения при установленном повышенном давлении посредством газового редуктора 14 перекрывают поток газа из баллона. Открывают запорные краны 5 на линии вакуумирования емкости насыщения 26 и на газovou линию сброса давления 6, установленную на линии вакуумной системы 3. При достижении в открытой части системы давления равного атмосферному давлению закрывают запорные краны 5 на линию высокого давления 24, на манометр 10, на линии вакуумирования емкости насыщения 26, на газовой линии 28 и на газovou линию сброса давления 6, установленную на линии вакуумной системы 3. Включают вакуумный насос 1, включают мешалку сыпучих материалов 20, открывают запорные краны 5 на линии вакуумирования 30, на линии вакуумной системы 3, на линии отвода жидкости насыщения 29, на газovou линию сброса давления 6, установленную на крышке 15 емкости для насыщения 23. Создаваемый технический вакуум в емкости отработанной жидкости насыщения 22 приводит к поступлению в нее жидкости насыщения из емкости

для насыщения 23 через фильтр грубой очистки 21 и линию отвода жидкости насыщения 29. Затем выключают вакуумный насос 1, открывают запорный кран 5 на газовую линию сброса давления 6, установленную на линии вакуумной системы 3. При достижении в открытой части системы давления равного атмосферному давлению закрывают запорные краны 5 на линии вакуумирования 30, на линии отвода жидкости насыщения 29, на газовую линию сброса давления 6, установленную на крышке 15 емкости для насыщения 23, на газовую линию сброса давления 6, установленную на линии вакуумной системы 3. Включают нагревательный элемент с терморегулятором 18 и устанавливают требуемую температуру, вода в емкости теплоносителя водяной бани 17 нагревается. При достижении требуемого значения температура воды в емкости теплоносителя водяной бани 17 поддерживается постоянной, и открывают запорные краны 5 на линии вакуумирования емкости насыщения 26, на газовой линии 28, на вакуумметр 2 на емкости для насыщения 23. Включают вакуумный насос 1. Создаваемый технический вакуум в емкости для насыщения 23 в совокупности с температурными условиями, создаваемыми водяной баней, приводит к испарению остатков растворителя и выпариванию растворенного вещества. Механическое воздействие мешалки сыпучих материалов 20 на частицы пористого проппанта предотвращают слипание частиц между собой.

По окончании насыщения пористого проппанта, конденсации паров растворителя в обратном холодильнике 7 и стекании сконденсированного растворителя в емкость-приемник растворителя 12 выключают вакуумный насос 1, мешалку сыпучих материалов 20, нагревательный элемент с терморегулятором 18, циркуляционный термостат 9. Открывают запорные краны 5 на линии вакуумирования 30, на линии вакуумирования жидкости насыщения 25, на газовую линию сброса давления 6, установленную на линии вакуумной системы 3. При достижении в открытой части системы давления равного атмосферному давлению открывают запорный кран 5 на линию слива 31, и сливают жидкость насыщения. Емкость-приемник растворителя 12 демонтируют и сливают сконденсированный растворитель. Снимают крышку 15 емкости для насыщения 23, и извлекают насыщенные ингибирующим веществом пористые частицы проппанта.

Применение в конструкции заявленного устройства газового баллона, емкости теплоносителя водяной бани и нагревательного элемента с терморегулятором позволит расширить технические характеристики устройства, в частности с возможностью донасыщать образцы при избыточном давлении, а также выпаривать твердое ингибирующее вещество, заполняющее пустоты пористого проппанта.

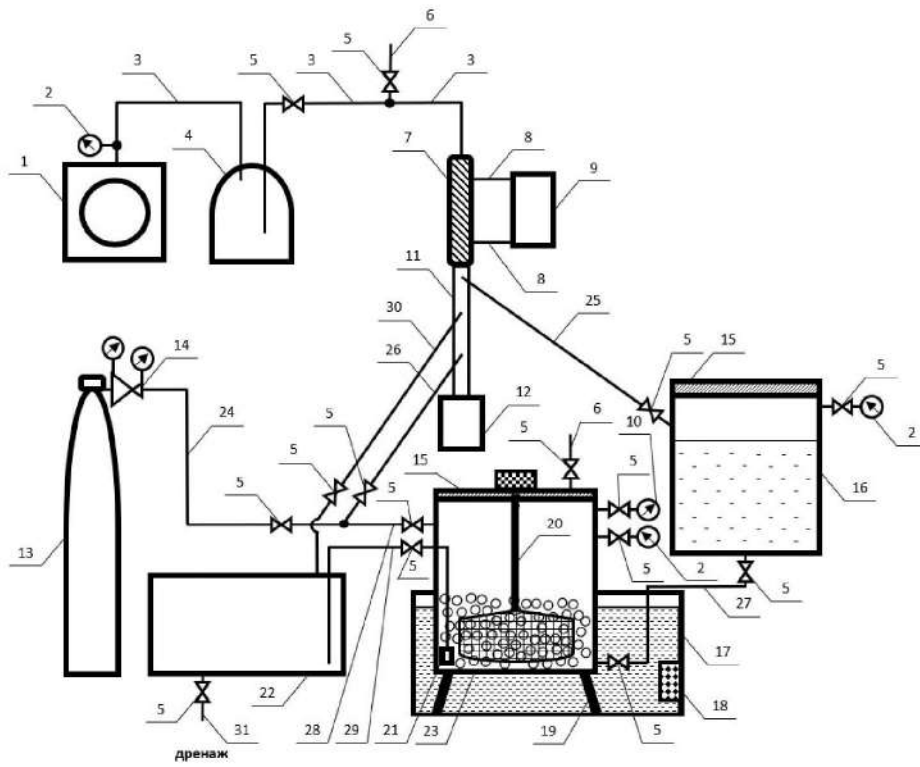
#### (57) Формула изобретения

Устройство для насыщения пористого проппанта ингибирующим веществом, включающее вакуумный насос, вакуумметр, емкость-уловитель жидкости, запорные краны, сосуд для насыщающей жидкости, емкость для насыщения, отличающееся тем, что емкость для насыщения выполнена в форме полого цилиндра и установлена на расширяющейся книзу кольцевой опоре, которая установлена в емкости теплоносителя водяной бани в форме полого параллелепипеда, в нижней части которой выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема нагревательный элемент с терморегулятором, сверху на емкость для насыщения установлена с возможностью съема крышка, в которой выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема мешалка сыпучих материалов и отвод через запорный кран на газовую линию сброса давления, а в верхней части боковой стенки емкости для насыщения выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема через запорные краны

вакуумметр и манометр, отвод через запорный кран на газовую линию и сгон, который соединен с фильтром грубой очистки и через запорный кран с линией отвода жидкости насыщения, которая соединена с емкостью отработанной жидкости насыщения в форме герметичного полого параллелепипеда через сгон, в нижней части емкости отработанной жидкости насыщения выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема отвод через запорный кран на линию слива, а в верхней части - выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема отвод через запорный кран на линию вакуумирования, на газовой линии установлен с возможностью съема тройник, первый выход которого соединен с возможностью съема через запорный кран с линией высокого давления, которая соединена с газовым редуктором, который установлен на газовом баллоне, второй выход - с линией вакуумирования емкости насыщения, в нижней части боковой стенки емкости для насыщения выполнено отверстие, в которое установлен с возможностью съема отвод через запорный кран на линию подачи жидкости насыщения, которая соединена с возможностью съема через запорный кран с возможностью съема с отводом, который установлен в отверстие в нижней части сосуда для насыщающей жидкости, который выполнен в форме полого цилиндра, на который сверху установлена с возможностью съема крышка, а в верхней части боковой стенки выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема через запорный кран вакуумметр и отвод через запорный кран на линию вакуумирования жидкости насыщения, при этом линия вакуумирования жидкости насыщения, линия вакуумирования емкости насыщения и линия вакуумирования соединены с возможностью съема со сборным коллектором через сгоны под углом, а их концы расположены на центральной оси сборного коллектора, нижняя часть которого соединена с возможностью съема с емкостью-приемником растворителя, которая выполнена в форме полого цилиндра, а верхняя часть соединена с возможностью съема с обратным холодильником, в верхней и нижней частях боковой стенки которого выполнены отверстия, в которые установлены с возможностью съема отводы на линии жидкости охлаждения, которые соединены с возможностью съема с циркуляционным термостатом, при этом обратный холодильник соединен с возможностью съема с линией вакуумной системы, на которой с возможностью съема установлен тройник, первый выход которого соединен с возможностью съема через запорный кран с газовой линией сброса давления, второй - с линией вакуумной системы, на которой последовательно установлены с возможностью съема запорный кран, емкость-уловитель жидкости и тройник, первый выход которого соединен с возможностью съема с вакуумметром, а второй - с вакуумным насосом.

40

45



Фиг. 1