РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2872304

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА РАЗОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЦИСТЕРНЕ

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

Авторы: ***Пшенин Владимир Викторович (RU), Дихтярь Ирина Владимировна (RU), Борисов Роман Антонович (RU)***

Заявка № **2026117154**
Приоритет изобретения **03 июня 2026 г.**
Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **20 октября 2026 г.**
Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **03 июня 2046 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 872 304**(13) **C1**

(51) МПК
G09B 25/02 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G09B 25/02 (2026.05)

(21)(22) Заявка: **2026117154, 03.06.2026**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.06.2026

Дата регистрации:
20.10.2026

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **03.06.2026**

(45) Опубликовано: **20.10.2026** Бюл. № **29**

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, ФГБОУ ВО "СПГУ", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):
Пшенин Владимир Викторович (RU),
Дихтярь Ирина Владимировна (RU),
Борисов Роман Антонович (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: **CN 223581665 U, 21.11.2025. SU 1276852 A2, 15.12.1986. RU 132787 U1, 27.09.2013. CN 102663914 A, 12.09.2012. RU 2499296 C1, 20.11.2013.**

(54) ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА РАЗОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЦИСТЕРНЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению, в частности к экспериментальным стендам, и предназначено для изучения процесса разогрева высоковязких нефтепродуктов в железнодорожной цистерне с использованием циркуляционного метода. Техническим результатом является расширение функциональных возможностей экспериментального оборудования для изучения процесса разогрева нефтепродуктов. Расширение функциональных возможностей экспериментального оборудования для изучения процесса разогрева нефтепродуктов достигается за счет установки расходной ёмкости, соединенной с трубопроводами, обеспечивающими транспортировку жидкости. Проходной кран регулирует подачу жидкости в трубопроводную сеть. Кроме того, применение экспериментальной ёмкости с применением термопары и датчика температуры для контроля температурных условий и контроля эффективности нагрева, датчик контроля аварийно-высокого уровня, датчик текущего значения уровня жидкости или твердого вещества, датчик обнаружения наличия или отсутствия жидкости, или твердого вещества на определенном уровне, обеспечивающих контроль уровня рабочей среды в экспериментальной ёмкости. 1 ил.

RU 2872304 C1

RU 2872304 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 872 304**(13) **C1**

(51) Int. Cl.
G09B 25/02 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
G09B 25/02 (2026.05)

(21)(22) Application: **2026117154, 03.06.2026**

(24) Effective date for property rights:
03.06.2026

Registration date:
20.10.2026

Priority:
(22) Date of filing: **03.06.2026**

(45) Date of publication: **20.10.2026** Bull. № **29**

Mail address:
199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU VO "SPGU", Patentno-litsenzionnyj otdel

(72) Inventor(s):
Pshenin Vladimir Viktorovich (RU),
Dikhtiar Irina Vladimirovna (RU),
Borisov Roman Antonovich (RU)

(73) Proprietor(s):
federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)

(54) EXPERIMENTAL STAND FOR STUDYING PROCESS OF HEATING HIGH-VISCOSITY OIL PRODUCTS IN RAILROAD TANK

(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering.

SUBSTANCE: invention relates in particular to experimental stands, and is intended for studying the process of heating high-viscosity petroleum products in a railway tank car using a circulation method. The expansion of the functional capabilities of experimental equipment for studying the process of heating petroleum products is achieved by installing a supply tank connected to pipelines that ensure the transportation of liquid. The check valve regulates the flow of liquid into the pipeline network. In addition, an experimental tank with a thermocouple and a temperature sensor is used to control temperature conditions and monitor heating efficiency, a high-level alarm sensor, a sensor for the current value of the liquid or solid level, a sensor for detecting the presence or absence of liquid or solid at a certain level, ensuring control of the level of the working medium in the experimental tank.

EFFECT: expansion of the functional capabilities of experimental equipment for studying the process of heating petroleum products.

1 cl, 1 dwg

RU 2872304 C1

RU 2872304 C1

Изобретение относится к машиностроению, в частности к экспериментальным стендам, и предназначено для изучения процесса разогрева высоковязких нефтепродуктов в железнодорожной цистерне с использованием циркуляционного метода.

Известна установка для разогрева и слива высоковязких или застывающих нефтепродуктов из железнодорожных цистерн (патент РФ №130980, опубл. 10.08.2013), содержащая трубопровод циркуляционного разогрева нефтепродукта с запорной и регулирующей арматурой, устройство нижнего слива, соединенное с всасывающей и напорной линией трубопровода циркуляционного разогрева нефтепродукта, устройство верхнего налива, соединенное с линией ввода нагретого нефтепродукта в цистерну через верхний люк, энергоблок, содержащий последовательно установленные стартовую ёмкость, заполненную нагретым нефтепродуктом и соединенную с всасывающей линией трубопровода через управляемые запорные клапаны, насосный агрегат и теплообменник с трубопроводом для подвода теплоносителя, отличающаяся тем, что трубопровод циркуляционного разогрева нефтепродукта содержит основной и вспомогательный контуры, имеющие общий участок трубопровода с установленным на данном участке насосным агрегатом с частотно-регулируемым приводом, при этом основной контур обеспечивает подачу холодного нефтепродукта в теплообменник и возврат горячего нефтепродукта в цистерну через устройство верхнего налива, а вспомогательный контур обеспечивает подачу части разогретого в теплообменнике продукта через гидромонитор на вход всасывающей линии устройства нижнего слива.

Недостатком является то, что конструктивное исполнение узла подключения стартовой ёмкости к всасывающей линии насосного агрегата выполнено по прямоточной схеме, при которой гидравлическая связь между ёмкостью и трубопроводом поддерживается через управляемый запорный клапан, но не содержит элементов одностороннего действия.

Известно устройство для разогрева вязких продуктов в железнодорожной цистерне (патент РФ №2446087, опубл. 27.03.2012), содержащее два нагнетательных трубопровода, каждый из которых выполнен с возможностью подсоединения к насосу для подачи жидкости, имеет форму дуги длиной не менее четверти окружности радиусом, равным или меньшим диаметра цистерны, и консольно закреплен с возможностью вращения на оси в центре упомянутой окружности, при этом каждый из трубопроводов выполнен с возможностью размещения его оси вращения на уровне верхней горловины по разные ее стороны таким образом, что трубопроводы оказываются размещенными с возможностью вращения, по существу, в вертикальной плоскости и прохождения при этом внутрь цистерны через упомянутую верхнюю горловину.

Недостатком является то, что консольное крепление трубопроводов к оси допускает вращение только в вертикальной плоскости на определенный угол, что не позволяет вблизи насадок и горловин нагреть нефтепродукт.

Известно устройство для ускорения слива вязких жидкостей из железнодорожных цистерн (патент РФ №2039694, опубл. 20.07.1995), содержащее смонтированные с возможностью возвратно-поступательного вертикального перемещения и связанные соединительным средством горизонтальный и вертикальный пароподводящие трубопроводы, установленные на последнем в диаметрально противоположных направлениях вдоль образующей цистерны струйные насосы и сальниковые компенсаторы перемещения горизонтального паропроводящего трубопровода, отличающееся тем, что диаметр прямых участков камер смешивания струйных насосов превышает на 10-15% соответственно расчетный диаметр оптимального струйного

пароводяного насоса, а выходное отверстие сопла меньше, чем выходное отверстие оптимального сопла на воде, при этом кольцевой зазор камеры смешения на входе не менее чем на 20% превышает кольцевой зазор, рассчитанный по теплоперепаду на воде.

Недостатком является то, что на конце вертикального трубопровода по окружности установлены наклонные паровые сопла, при таком расположении вверху, пар будет конденсироваться на холодных стенках и поверхности, не обеспечивая равномерного прогрева всей массы вязкой жидкости у дна, где это наиболее критично для слива.

Известен способ разогрева и слива высоковязких продуктов из цистерны и устройство для его осуществления (патент РФ №2275317, опубл. 27.04.2006). Устройство для осуществления описанного способа содержит всасывающий трубопровод, входной конец которого размещен в донной части цистерны, насос, вход которого соединен со всасывающим трубопроводом, источник горячего продукта (теплообменник), расположенный вне цистерны, два напорных трубопровода, соединенных с источником горячего продукта через трехходовой кран-распределитель потоков, причем выходной конец одного напорного трубопровода установлен в донной части цистерны в непосредственной близости от входного конца всасывающего трубопровода, а выходной конец второго напорного трубопровода установлен в верхней части цистерны, и приемный коллектор, соединенный с выходом насоса через управляемую запорную задвижку. Всасывающие напорные трубопроводы соединены с погружной трубой, вводимой в цистерну через ее верхний люк, причем нижний открытый конец погружной трубы, устанавливаемый на дне цистерны, служит входным концом всасывающего трубопровода, выходной конец одного напорного трубопровода введен вовнутрь погружной трубы и размещен в непосредственной близости от нижнего конца погружной трубы, выходной конец второго напорного трубопровода закреплен снаружи погружной трубы в верхней ее части, а верхний конец погружной трубы герметично перекрыт крышкой, выступающий кольцевой край которой опирается на края верхнего люка цистерны.

Недостатком является то, что расположение всасывающего и напорного патрубков в одной зоне донной части крайне неэффективны для перемешивания, так как не обеспечивается равномерное перемешивание всего объема ёмкости, то есть жидкость в остальных частях ёмкости остается неподвижной, что способствует образованию застойных зон.

Известно устройство для подогрева и нижнего слива вязких нефтепродуктов из железнодорожных цистерн (патент РФ №2155153, опубл. 27.08.2000), содержащее шарнирный трубопровод, один конец которого присоединен к коллектору с теплоносителем, а на другом смонтирована телескопическая труба с наконечником, имеющим два противоположно направленных сопла, размещенная внутри присоединительной головки с захватными крюками, выполненной в виде полого цилиндра, в верхней части которого с кольцевым зазором относительно его внутренней стенки установлен с возможностью поворота стакан, отличающееся тем, что на верхней секции телескопической трубы наименьшего диаметра по кольцу, удаленному от оси соплового наконечника на расстояние L, выполнено на диаметрально противоположных сторонах трубы не менее двух радиальных отверстия, расстояние между центрами которых на каждой из сторон равно длине дуги между осями, проходящими через центры этих отверстий и образующими центральный угол α.

Недостатком является то, что горячий мазут или другой вязкий нефтепродукт, попадая на внешние поверхности звеньев телескопической трубы, будет на них налипать и застывать при остывании. Это приведет к тому, что звенья не сложатся

самостоятельно. Потребуется ручное усилие или механический привод для их извлечения, что усложняет конструкцию и нарушает автоматизм процесса.

Известно устройство для изучения процессов рекуперации паров нефти и нефтепродуктов (патент РФ № 2842918, опубл. 03.07.2025), принятое за прототип. Устройство для изучения процессов рекуперации паров состоит из расходного бака с люком для заполнения и обслуживания. В боковой стенке расходного бака выполнено отверстие, в которое установлен патрубок, соединённый с линией подвода рабочей жидкости, на которой последовательно установлены запорная арматура с электроприводом, фильтр, насос, расходомер жидкости и запорная арматура с электроприводом. Линия подвода рабочей жидкости соединена со шлангом, который установлен в отверстие, выполненное в нижней части рабочей ёмкости. В верхней части рабочей ёмкости установлена крышка. Шланг установлен в отверстие, выполненное в крышке рабочей ёмкости, другой конец шланга соединён с коллектором отвода паров.

Недостатком является то, что пары нефтепродуктов, проходя по коллектору отвода паров, охлаждаются и конденсируются на внутренних поверхностях фильтра и расходомера газа. Это приведет к тому, что фильтр забивается, а подвижные элементы расходомера налипают и теряют чувствительность, вызывая искажение показаний и рост гидравлического сопротивления. Потребуется частая очистка или установка системы обогрева линий, что усложняет конструкцию и нарушает автоматизацию процесса.

Техническим результатом является расширение функциональных возможностей экспериментального оборудования для изучения процесса разогрева нефтепродуктов.

Технический результат достигается тем, что в боковых стенках расходной и экспериментальной ёмкостей выполнены отверстия, в которые через штуцеры установлены датчики контроля аварийно-высокого уровня, текущего значения уровня жидкости или твердого вещества, и обнаружения жидкости или твердого вещества на низком уровне, в верхних частях расходной и экспериментальной ёмкостей установлены электромагнитные клапаны, которые соединен с линией подвода рабочей жидкости, на линии отвода рабочей жидкости установлен насос с одним направлением потока, параллельно с линией подвода рабочей жидкости установлен байпасный узел, состоящий из крана проходного и насоса с одним направлением потока.

Стенд поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 - общий вид стенда, где:

1 - расходная ёмкость;

2 - экспериментальная ёмкость;

3 - горячий водоглицериновый раствор;

4 - желатиновая масса;

5 - насос с одним направлением потока;

6 - расходомер жидкой фазы;

7 - линия подвода рабочей жидкости;

8 - линия отвода рабочей жидкости;

9 - датчик температуры;

10 - датчик давления;

11 - кран проходной;

12 - датчик контроля аварийно-высокого уровня;

13 - датчик текущего значения уровня жидкости или твердого вещества;

14 - датчик обнаружения жидкости или твердого вещества на низком уровне;

15 - термопара;

16 - электромагнитный клапан;

17 - шланг.

Экспериментальный стенд для изучения процесса разогрева нефтепродуктов выполнен в форме замкнутого контура. Экспериментальный стенд включает расходную ёмкость 1, в левой стенке которой выполнены отверстия, в которые через штуцеры установлены датчик контроля аварийно-высокого уровня 12, датчик текущего значения уровня жидкости или твердого вещества 13, датчик обнаружения жидкости или твердого вещества на низком уровне 14. В верхней части ёмкости 1 установлен люк-лаз, в котором выполнены отверстия, в первое установлен датчик температуры 9, а во второе установлен электромагнитный клапан 16, который соединен с линией подвода рабочей жидкости 7, на которой установлены краны проходные 11. На дне расходной ёмкости 1 выполнены отверстия, в одно из которых закреплен датчик давления 10, а в другое - кран проходной 11, который соединён с линией отвода рабочей жидкости 8.

В левой боковой части экспериментальная ёмкость 2 выполнены отверстия, в которые через штуцеры установлены датчик контроля аварийно-высокого уровня 12, датчик текущего значения уровня жидкости или твердого вещества 13, датчик обнаружения жидкости или твердого вещества на низком уровне 14. В верхней части экспериментальная ёмкость 2, установлен люк-лаз в котором выполнены отверстия, в одно из которых установлен датчик температуры 9, в другие жестко закреплены шланги 17, а в последнее установлен электромагнитный клапан 16, который соединен с линией подвода рабочей жидкости 7. На гибком шланге 17, последовательно установлен датчик давления 10, датчик температуры 9 и кран проходной 11. В донной части экспериментальная ёмкость 2 выполнены отверстия, в которые установлена термопара 15, а в другие - краны проходные 11, один из которых соединён с линией отвода рабочей жидкости 8. На линии отвода рабочей жидкости 8 последовательно установлены кран проходной 11, датчик давления 10, насос с одним направлением потока 5, датчик давления 10 и кран проходной 11. Параллельно с линией подвода рабочей жидкости 7 установлен байпасный узел, состоящий из крана проходного 11 и насоса с одним направлением потока 5. После отвода на линии подвода рабочей жидкости 7 жестко закреплены датчик температуры 9, датчик давления 10, расходомер жидкой фазы 6 и кран проходной 11 на линию отвода рабочей жидкости 8.

Экспериментальный стенд для изучения процесса разогрева нефтепродуктов работает следующим образом. До начала работы расходную ёмкость 1 заполняют водоглицериновым раствором 3, выполняющим функции горячего нефтепродукта. Экспериментальная ёмкость 2 заполнена желатиновой массой 4, моделирующей застывший высоковязкий нефтепродукт.

Перед началом проводят функциональную проверку оборудования в следующем порядке сначала включают насос с одним направлением потока 5 и проверяют его работу, затем осматривают линию подвода рабочей жидкости 7 и линию отвода рабочей жидкости 8 рабочей жидкости на герметичность, после этого открывают и закрывают проходные краны 11 контролируя их исправность, далее пропускают жидкость через расходомеры жидкой фазы 6 сверяя показания, потом сравнивают показания датчиков температуры 9 и датчиков давления 10 с эталонными приборами, затем проверяют термопару 15 на целостность цепи, после этого подают сигнал на электромагнитный клапан 16 и проверяют его срабатывание, далее имитируют аварийный уровень и проверяют датчики контроля аварийно-высокого уровня 12, затем проверяют датчики текущего значения уровня жидкости или твердого вещества 13, потом проверяют датчик обнаружения наличия или отсутствия жидкости или твердого вещества на определенном

уровне 14, и в последнюю очередь осматривают шланг 17 на целостность и отсутствие перегибов.

После запуска стенда при открытых проходных кранах 11 и закрытом проходном кране 11 на байпасный узел насос 5 по линии отвода рабочей жидкости 8 подает горячий водоглицериновый раствор из расходной ёмкости 1 на линию подвода рабочей жидкости 7. Во время работы стенда по расходомеру жидкой фазы 6 замеряется объем протекающего водоглицеринового раствора.

Далее через отверстие, расположенное в верхней части экспериментальная ёмкость 2, раствор попадает в экспериментальную ёмкость 2. Происходит импульсная подача горячего водоглицеринового раствора 3 в экспериментальную ёмкость 2 с желатиновой массой 4 для того, чтобы дать возможность горячему водоглицериновому раствору 3 растворить желатиновую массу 4. Регулированием электромагнитного клапана 16 контролируется подача горячего водоглицеринового раствора 3

Во время работы стенда уровень в ёмкостях замеряют датчиками контроля уровня жидкости, датчиком контроля аварийно-высокого уровня 12, датчиками текущего значения уровня жидкости или твердого вещества 13 и датчиками обнаружения жидкости или твердого вещества на низком уровне 14 для предотвращения аварийных ситуаций. А также для стабильной работы стенда датчики давления 10 осуществляют постоянный замер давления в трубопроводе.

По мере заполнения экспериментальной ёмкости 2 горячим водоглицериновым раствором 3 и постепенного нагревания желатиновой массы 4 последняя размягчается, частично растворяется и становится более текучей, после чего под действием силы тяжести вытекает через нижнее отверстие экспериментальной ёмкости 2 вместе с избытком раствора. При избытке выделяющихся газов в экспериментальной ёмкости 2 на шланге 17 открывается проходной кран 11 и происходит выброс газов в атмосферу по шлангу 17. Датчиком давления 10 контролируется давление в шланге 17.

В случае поломки в основной линии насоса с одним направлением потока 5 закрывается проходной кран 11 на основную линию и открывается кран на байпасный узел.

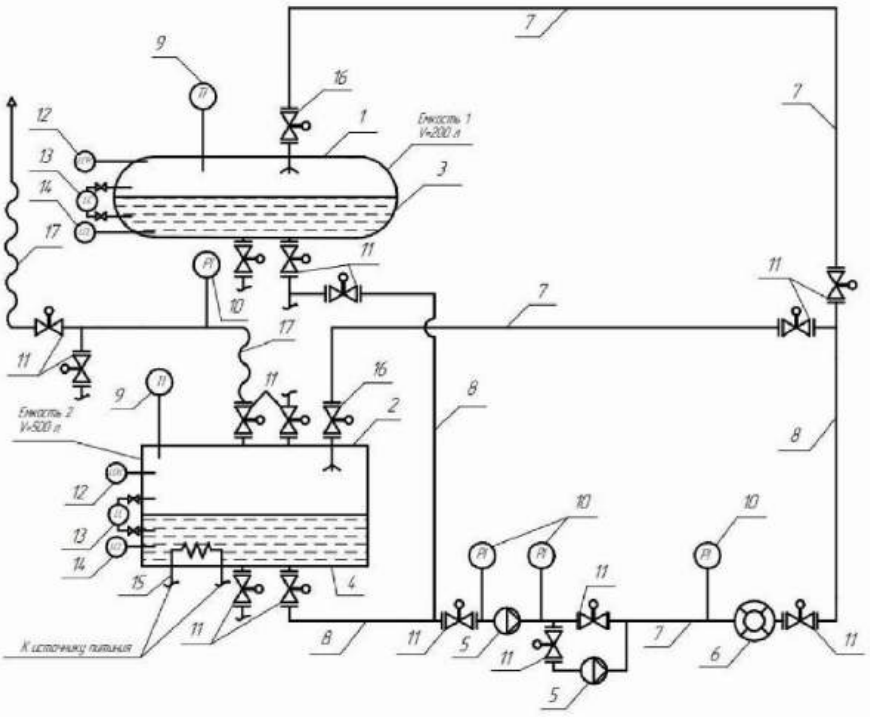
Расширение функциональных возможностей экспериментального оборудования для изучения процесса разогрева нефтепродуктов достигается за счет установки расходной ёмкости, соединенной с трубопроводами, обеспечивающими транспортировку жидкости. Проходной кран регулирует подачу жидкости в трубопроводную сеть. Кроме того, применение экспериментальной ёмкости с применением термопары и датчика температуры для контроля температурных условий и контроля эффективности нагрева, датчик контроля аварийно-высокого уровня, датчик текущего значения уровня жидкости или твердого вещества, датчик обнаружения наличия или отсутствия жидкости, или твердого вещества на определенном уровне, обеспечивающих контроль уровня рабочей среды в экспериментальной ёмкости.

(57) Формула изобретения

Экспериментальный стенд для изучения процесса разогрева высоковязких нефтепродуктов в железнодорожной цистерне, включающий расходную ёмкость с люком-лазом в верхней части, датчик температуры, линию подвода рабочей жидкости с кранами проходными, датчик давления, экспериментальную ёмкость с люком-лазом, шланг, линия отвода рабочей жидкости, байпасный узел, отличающийся тем, что в боковых стенках расходной и экспериментальной ёмкостей выполнены отверстия, в которые через штуцеры установлены датчики контроля аварийно-высокого уровня,

текущего значения уровня жидкости или твердого вещества, и обнаружения жидкости или твердого вещества на низком уровне, в верхних частях расходной и экспериментальной ёмкостей установлены электромагнитные клапаны, которые соединен с линией подвода рабочей жидкости, на линии отвода рабочей жидкости установлен насос с одним направлением потока, параллельно с линией подвода рабочей жидкости установлен байпасный узел, состоящий из крана проходного и насоса с одним направлением потока.

1



Фиг. 1