

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **036971**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.01.21

(51) Int. Cl. **G01N 11/14** (2006.01)

(21) Номер заявки
201400741

(22) Дата подачи заявки
2011.02.10

(54) **АВТОМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР БУРОВОГО РАСТВОРА**

(31) **61/303,207; 61/308,076; 61/308,137;
61/370,541**

(56) SU-A1-397816
SU-A1-655933
SU-A1-669269
SU-A1-976350
SU-A1-420906
SU-A1-697881
WO-A2-2001036966
US-A1-20040149019

(32) **2010.02.10; 2010.02.25; 2010.02.25;
2010.08.04**

(33) **US**

(43) **2015.01.30**

(62) **201290760; 2011.02.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ШЛЮМБЕРГЕР НОРГЕ АС (NO)

(72) Изобретатель:
**Сток Торе, Ронаэс Эгиль (NO), Хилтон
Томас (US)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Автоматический анализатор свойств бурового раствора, включающий в себя корпус, который имеет впускное и выпускное отверстия; по меньшей мере один клапан установлен непосредственно возле впускного отверстия и сконфигурирован для открытия и закрытия для впуска образца раствора в корпус; электронный модуль управления сконфигурирован с возможностью посылать сигнал по меньшей мере одному клапану; зонд в сборе оперативно подсоединен к электронному модулю управления, зонд в сборе включает в себя электродный зонд, имеющий два электрода с промежутком между ними; рукав вискозиметра находится в корпусе; цилиндр расположен в этом рукаве, при этом между рукавом вискозиметра и цилиндром имеется кольцевое пространство и, по меньшей мере, рукав вискозиметра или цилиндр сконфигурирован для вращения, двигатель оперативно подсоединен к, по меньшей мере, рукаву вискозиметра или цилиндру; и измеритель крутящего момента оперативно подсоединен к рукаву вискозиметра и цилиндру.

B1

036971

036971

B1

Предпосылки к созданию изобретения

Область изобретения

Примеры осуществления, описанные здесь, относятся к автоматическому измерителю для измерения электрической устойчивости буровых растворов. Более конкретно, варианты осуществления, описанные в этом документе, относятся к анализатору бурового раствора для определения вязкости, предельного статического напряжения сдвига и/или электрической устойчивости. Еще более конкретно, варианты осуществления, описанные в этом документе, относятся к способам и системам для определения вязкости, предельного статического напряжения сдвига и/или электрической устойчивости буровых растворов, которые включают в себя автоматическое и дистанционное управление.

Известный уровень техники

В буровых нефтяных и/или газовых скважинах буровые растворы на нефтяной основе часто используются для охлаждения бурового долота, удаления обломков породы и контроля глубинных результатов. Различные свойства этих текучих сред можно измерить, подсчитать и получить полезные результаты. Например, электрическая устойчивость бурового раствора - это свойство, которое обычно измеряется с помощью испытания на электрическую устойчивость (ES). Испытание на электрическую устойчивость - это обычно ручное испытание, выполняемое инженером или техником по буровым растворам. Обычно при выполнении испытания на электрическую устойчивость зонд, включающий в себя круглые гладкие электроды диаметром 1/8 дюйма с расстоянием между поверхностями 1/16 дюйма, вводится в буровой раствор. Буровой раствор, содержащий неводную жидкость, воду (или другую полярную жидкость), глины и другие материалы, заполняет зазор между этими двумя электродами испытательного зонда. Провода проходят из зонда к сигнальному генератору и измерителю, который подает линейно возрастающее напряжение между электродами, пока компоненты раствора не упорядочатся, и не образуют короткозамкнутый мост. При коротком замыкании между электродами сразу же происходит выброс тока. В частности, напряжение переменного тока 340 Гц линейно увеличивается со скоростью $150 \text{ В} \cdot \text{с}^{-1}$ до появления пикового тока (примерно 61 мкА). На этой стадии пиковое напряжение, известное как напряжение пробоя (V_{BD}), захватывается измерителем. 61 мкА - это ток, при котором напряжение пробоя возникает для вышеописанной геометрии зонда. Напряжение пробоя - это напряжение, при котором электрические свойства буровых растворов становятся зависимыми от электрического поля, и напряжение, при котором электропроводность бурового раствора становится неомической. Таким образом, напряжение пробоя связано с устойчивостью эмульсии и, поэтому используется для вычисления устойчивости эмульсии и других свойств бурового раствора.

Как правило, для измерения электрической устойчивости бурового раствора используется вышеописанный способ ручного зонда, буровой раствор и связанная с ним жидкость поддерживаются статическими, так как движение и изменения в жидкостях бурового раствора могут привести к искажению измерений, снимаемых с помощью электродов и регистрируемых измерителем. Кроме того, при использовании ручного способа, описанного выше, электроды и зазор между электродами зонда после каждого испытания проб очищаются вручную.

В дополнение к измерению электрической устойчивости, операторы буровых установок могут выполнять испытания для определения вязкости. Как правило, такие измерения проводились с помощью приборов, таких как вискозиметр Марша, иначе называемый воронкой Марша. Воронки Марша - это ручные измерительные приборы, которые дают операторам буровых установок общее представление о вязкости конкретного раствора. При использовании воронка удерживается в вертикальном положении, а концевая трубка закрывается пальцем, закрывая выпускное отверстие. Измеряемый раствор затем выливается в воронку, пока этот раствор не достигнет линии, указывающей около 1,5 л. Для выполнения измерения палец убирается из отверстия, и запускается остановочный таймер. Раствор выходит из воронки и регистрируется время удаления одной кварты раствора из воронки. При известном объеме и времени вытекания может быть вычислена вязкость.

Такие способы измерения дают операторам общее представление о вязкости, но из-за ручного осуществления результаты могут быть не всегда точными. К тому же, действительная вязкость раствора в скважине не известна, потому что раствор не может быть нагрет или измерен под давлением.

В дополнение к электрической устойчивости и вязкости может быть определено и предельное статическое напряжение сдвига. Предельное статическое напряжение сдвига является мерой способности раствора удерживать частицы во взвешенном состоянии, и измеряется с помощью вискозиметра с коаксиальными цилиндрами. Предельное статическое напряжение сдвига также измеряется вручную, и результаты анализируются при корректировке свойств бурового раствора.

Таким образом, существует потребность в автоматизированном способе измерения электрической устойчивости, вязкости и/или предельного статического напряжения сдвига бурового раствора. Кроме того, существует необходимость в усовершенствованных способах отбора проб бурового раствора для соответствующих измерений и в очистке электродов зонда для измерения напряжения пробоя бурового раствора.

Сущность изобретения

С одной стороны, варианты осуществления изобретения, описанные здесь, относятся к автоматизированным измерителям электрической устойчивости для измерения электрической устойчивости пробы раствора, измеритель включает в себя корпус, имеющий впускное и выпускное отверстия; по меньшей мере один клапан, расположенный вблизи впускного отверстия и сконфигурированный для открытия и закрытия для впуска пробы раствора в корпус, электронный модуль управления, сконфигурированный посылать сигнал по меньшей мере одному клапану; зонд в сборе, оперативно подсоединенный к электронному модулю управления, при этом зонд в сборе включает в себя электродный зонд, имеющий два электрода с зазором между ними.

В другом аспекте, варианты осуществления изобретения, описанные в этом документе, относятся к автоматизированному вискозиметру, включающему в себя корпус с впускным и выпускным отверстиями; рукав вискозиметра, находящийся в корпусе; цилиндр, расположенный в этом рукаве, в котором между рукавом вискозиметра и цилиндром имеется кольцевое пространство, и при этом, по меньшей мере, либо рукав вискозиметра, либо цилиндр сконфигурирован с возможностью вращения, двигатель, оперативно подсоединенный, по меньшей мере, к рукаву вискозиметра или цилиндру; и измеритель крутящего момента, оперативно подсоединенный к рукаву вискозиметра и цилиндру.

В ином аспекте варианты осуществления, описанные в этом документе, относятся к автоматизированному анализатору свойств бурового раствора, включающему в себя корпус, который имеет впускное и выпускное отверстия; по меньшей мере один электромагнитный клапан, установленный непосредственно возле впускного отверстия и сконфигурированный для открытия и закрытия для впуска пробы раствора в корпус; электронный модуль управления, сконфигурированный посылать сигнал по меньшей мере одному электромагнитному клапану; при этом зонд в сборе, оперативно подсоединенный к электронному модулю управления, при этом зонд в сборе включает в себя электродный зонд, имеющий два электрода с зазором между ними; рукав вискозиметра, находящийся в корпусе; цилиндр, расположенный в этом рукаве, в котором между рукавом вискозиметра и цилиндром имеется кольцевое пространство, и при этом, по меньшей мере, либо рукав вискозиметра, либо цилиндр сконфигурирован с возможностью вращения, двигатель, оперативно подсоединенный к, по меньшей мере, рукаву вискозиметра или цилиндру; и измеритель крутящего момента, оперативно подсоединенный к рукаву вискозиметра и цилиндру.

В другом аспекте, варианты осуществления, описанные здесь, относятся к компьютеризированному способу автоматического анализа свойств бурового раствора, включающему в себя программное приложение, выполняемое на процессоре, программное приложение включает в себя команды для переноса бурового раствора из активной системы бурового раствора; заполнения ячейки для пробы буровым раствором; направления раствора через электрический зонд, который имеет зазор между двумя электродами; приложения напряжения к зазору между электродами; определения электрической устойчивости бурового раствора, основанного, по меньшей мере, частично на приложенном напряжении; передачи бурового раствора из ячейки для пробы в активную систему бурового раствора; и очистки ячейки для пробы.

В другом аспекте, варианты осуществления, описанные здесь, относятся к компьютеризированному способу автоматизированного анализа свойств бурового раствора, этот способ включает в себя программное приложение, выполняемое на процессоре, программное приложение включает в себя команды для передачи бурового раствора из активной системы бурового раствора; заполнения ячейки для пробы буровым раствором; направления бурового раствора в ячейку для пробы в кольцевое пространство между рукавом и цилиндром вискозиметра; вращения, по меньшей мере, рукава или цилиндра; определения, по меньшей мере, вязкости или предельного статического напряжения сдвига бурового раствора, исходя из вращения, по меньшей мере, рукава или цилиндра; передачи бурового раствора из ячейки для пробы в активную систему раствора; и очистки ячейки для пробы.

В другом аспекте, варианты осуществления, описанные в этом документе, относятся к компьютеризированному способу управления автоматическим анализатором свойств бурового раствора, этот способ включает в себя программное приложение, выполняемое на процессоре, программное приложение включает в себя команды для отправки сигнала управления из удаленного места в анализатор свойств бурового раствора в месте расположения скважины; подтверждения получения сигнала управления анализатором бурового раствора; получения данных от анализатора бурового раствора; обработки данных, полученных от анализатора бурового раствора; и определения, по меньшей мере, вязкости или предельного статического напряжения сдвига или электрической устойчивости бурового раствора в анализаторе свойств бурового раствора.

Другие аспекты и преимущества изобретения будут показаны в последующем описании и прилагаемых пунктах формулы изобретения.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 приведена схема общего автоматического анализатора бурового раствора в соответствии с вариантами осуществления, описанными здесь.

Фиг. 2 является перспективным изображением автоматического измерителя электрической устойчивости в соответствии с вариантами осуществления, описанными в этом документе.

На фиг. 2А показан вид сверху автоматического измерителя электрической устойчивости в соответ-

ствии с вариантами осуществления, описанными в этом документе.

На фиг. 3 представлена технологическая схема автоматического измерителя электрической устойчивости в соответствии с вариантами осуществления, описанными в этом документе.

Фиг. 3А и 3В - виды поперечного сечения запорного клапана в соответствии с вариантами осуществления настоящего описания.

На фиг. 3С представлено изображение в разобранном виде запорного клапана в соответствии с вариантами осуществления настоящего описания.

Фиг. 4 является перспективным изображением оболочкового корпуса измерителя электрической устойчивости в соответствии с вариантами осуществления, описанными в этом документе.

Фиг. 5 является частичным перспективным изображением автоматического измерителя электрической устойчивости в соответствии с вариантами осуществления, описанными в этом документе.

Фиг. 6А и 6В - перспективные изображения и поперечные сечения соответственно автоматизированного вискозиметра в соответствии с вариантами воплощения, описанными в этом документе.

Фиг. 7А-7С являются частичными перспективными изображениями автоматического анализатора свойств бурового раствора в соответствии с вариантами осуществления, описанными в этом документе.

Фиг. 8-21 - это графические отображения в соответствии с вариантами осуществления настоящего описания.

На фиг. 22 представлена блок-схема процесса анализа буровых растворов в соответствии с вариантами осуществления настоящего описания.

Фиг. 23 - это схематическое представление компьютерной системы в соответствии с вариантами осуществления настоящего описания.

Фиг. 24 - схематическое представление рентгенолюминесцентного анализатора раствора в соответствии с вариантами осуществления настоящего описания.

Фиг. 25А-25С - это поперечные сечения испытательной камеры рентгенолюминесцентного анализатора в соответствии с вариантами осуществления настоящего описания.

Фиг. 26А-26С - это поперечные сечения испытательной камеры рентгенолюминесцентного анализатора в соответствии с вариантами осуществления настоящего описания.

Фиг. 27 представляет собой технологическую схему комбинированного анализатора в соответствии с вариантами осуществления, описанными в этом документе.

Подробное описание изобретения

С одной стороны, варианты осуществления, описанные в этом документе, относятся к автоматическим измерителям для измерения устойчивости эмульсии и реологических свойств буровых растворов и растворов для заканчивания скважин. В частности, варианты осуществления, описанные здесь, относятся к автономному анализу буровых растворов и растворов для заканчивания скважин, который может быть выполнен или проанализирован удаленно от места буровой площадки или места испытания.

Варианты осуществления, описанные здесь, относятся к способу и устройству для автоматизации измерения свойств растворов на синтетической или нефтяной основе с инверсной эмульсией (например, буровых растворов и/или растворов для заканчивания скважин) и водных растворов. Хотя в этом описании речь идет, прежде всего, о буровом растворе, каждому из специалистов в данной области понятно, что и другие виды жидкостей (например, растворы для заканчивания скважин) также могут быть проверены с помощью способа и аппаратуры, описанной в этом документе.

На фиг. 1 показана общая схема автоматического анализатора 10 свойств раствора в соответствии с вариантами осуществления, описанными в этом документе. Автоматический анализатор 10 свойств раствора размещается на одной линии с активной системой раствора, и конфигурируется для получения пробы раствора из системы с целью выполнения анализа. Как показано, автоматический анализатор 10 свойств раствора включает в себя ячейку 12 для пробы, клапанный блок 14 и насос 16. Несмотря на то, что клапанный блок 14 показан в виде единого целого, каждому специалисту в данной области понятно, что он может включать в себя один или несколько клапанов, сконфигурованных так, как необходимо для обеспечения потока раствора в ячейку 12 для пробы и из нее. Электронный модуль 18 управления оперативно подключен к ячейке 12 для пробы, клапанному блоку 14 и насосу 16, как обозначено пунктирными линиями. Как правило, раствор откачивается насосом 16 через впускное отверстие 20 клапанного блока 14 в ячейку 12 для пробы. Насос 16 может быть, например, пневматическим или поршневым насосом. Раствор может быть испытан в ячейке 12 для пробы и/или циклически проходить через ячейку для пробы, и выходить через выпускное отверстие 22 в клапанный блок 14. Клапанный блок 14 может включать в себя и впускное отверстие 24 для чистящей жидкости, через которое чистящая жидкость может быть закачана в ячейку 12 для пробы с целью очистки ячейки 12 для пробы между испытаниями раствора. Каждому из специалистов в данной области понятно, что для очистки ячейки 12 для пробы могут быть использованы различные жидкости. Например, чистящая жидкость может быть минеральным маслом, дизельным топливом или водой и может включать в себя различные химические добавки, такие как поверхностно-активные вещества и/или кислоты.

Как более подробно описывается ниже, ячейка 12 для пробы может включать в себя корпус (не показан), сконфигурованный для содержания желаемого объема раствора с целью отбора проб и анализа.

Каждому из специалистов в данной области понятно, что объем корпуса может меняться в зависимости от вида пробного раствора, ограничений по размерам места, в котором должен быть выполнен отбор проб, и видов анализа, которые должны быть выполнены. В некоторых вариантах осуществления объем корпуса ячейки для пробы может находиться в пределах от 0,25 л до 1,0 л. В некоторых вариантах осуществления объем ячейки для пробы составляет 0,5 л. Ячейка 12 для пробы может включать в себя устройства или компоненты, сконфигурированные для определения, по меньшей мере, электрической устойчивости или предельного статического напряжения сдвига или вязкости пробного раствора, как описано ниже. Например, в одном варианте осуществления ячейка для пробы может включать в себя автоматический измеритель электрической устойчивости, автоматический вискозиметр или их комбинацию.

Электронный блок 18 управления включает в себя электронику, сконфигурированную для отправки и/или приема сигналов между компонентами ячейки 12 для пробы, клапанного блока 14 и насоса 16 для автоматизации процесса отбора проб и анализа. Электронный модуль 18 управления может посылать периодические сигналы в клапанный блок 14 и в компонент для определения электрической устойчивости пробного раствора в ячейке 12 для пробы, тем самым инициализируя считывание измерений. Электронный блок 18 управления может быть сконфигурирован для управления синхронизацией между показаниями измерений/сбором данных. Специалистам в данной области понятно, что частота показаний измерений может определяться и другими факторами, помимо синхронизации. Например, пробы бурового раствора могут браться, и измеряться, исходя из количества бурового раствора, который проходит через ячейку 12 для пробы. Как вариант, пробы бурового раствора могут браться, и измеряться по требованию и/или в режиме реального времени.

В одном или нескольких вариантах осуществления конфигурационные файлы, хранящиеся на флеш-накопителе USB (не показаны) или другом типе считываемого компьютером средства или устройства хранения данных, предоставляются электронным модулем 18 управления через USB разъем (не показан). Специалистам в данной области понятно, что могут быть использованы и другие типы разъемов и устройства хранения. Например, для хранения и загрузки файлов конфигурации могут быть использованы карты SD и соответствующий разъем SD. Как вариант, может использоваться и жесткий диск, накопитель на гибких дисках, встроенная память или компакт-диск. Конфигурационные файлы могут включать в себя определения для формы волны зонда, данные калибровки и определения для автоматического и ручного процессов для электронного модуля 18 управления.

На фиг. 2 показан автоматический измеритель 30 электрической устойчивости для измерения электрической устойчивости пробы раствора в соответствии с вариантами осуществления, описанными в этом документе. Автоматический измеритель 30 электрической устойчивости включает в себя корпус (не показан), сконфигурированный так, чтобы он содержал объем раствора, который должен быть проанализирован. Проба раствора поступает в корпус через впускное отверстие 32 и выходит из корпуса через выпускное отверстие 34. Насос (не показан) сконфигурирован для перекачки пробы раствора в корпус и из него при сигнале из электронного модуля управления (не показан).

Зонд 36 в сборе расположен в корпусе (не показан) и оперативно соединен с электронным модулем управления (не показан). Зонд 36 в сборе включает в себя электродный зонд 38 для измерения электрической устойчивости и других свойств бурового раствора. Электродный зонд 38 - это вильчатый зонд с двумя электродами 40 на клещеобразной детали. Между двумя электродами 40 имеется зазор 42 зонда. Когда раствор заполняет объем корпуса, этот раствор направляется через зазор 42 зонда 36 в сборе. К зазору зонда прикладывается напряжение для определения электрической устойчивости бурового раствора, исходя, по меньшей мере, частично из приложенного напряжения. С одной и той же пробой в корпусе может выполняться серия измерений, т.е. испытательная последовательность.

Кроме того, измеритель 30 электрической устойчивости может включать в себя механизм 44 очистки, сконфигурированный для очистки зазора 42 зонда между двумя электродами 40. Механизм 44 очистки сконфигурирован для удаления любых остатков с поверхности электродов 40 или материала, застрявшего в зазоре 42 зонда, для обеспечения надлежащих результатов испытаний последующих проб раствора. Как показано на фиг. 2, механизм 44 очистки может включать в себя вращающийся диск 46, соединенный с валом 48. Вал 48 соединен с двигателем 50. Двигатель 50 соединен с внешней поверхностью корпуса (не показан), и вал 48 проходит в корпус вблизи зонда 36 в сборе. Когда двигатель 50 получает сигнал от электронного модуля управления (не показан), двигатель 50 вращает вал 48 и, следовательно, диск 46. Ширина диска 46 примерно равна ширине зазора 42 зонда (т.е. расстоянию между двумя электродами 40). Поэтому, когда диск 46 вращается между электродами 40, диск 46 удаляет все остатки из зазора 42 зонда и электродов 40. Электронный модуль управления (не показан) может запускать механизм 44 очистки между последовательностями отбора проб и испытаний. Очистка зонда 36 в сборе может выполняться в предварительно заданные интервалы времени или может быть индивидуально инициирована электронным модулем управления (не показан).

Диск 46 может быть изготовлен из любого материала, известного в данной области применения и способного очищать поверхность. В одном варианте осуществления диск 46 изготавливается из гибкого материала для предотвращения повреждения электродов 40. Диск 46 может быть изготовлен из полиэтилена со сверхвысокомолекулярным весом (UHMW) или из политетрафторэтилена (PTFE). Как показано,

диск 46 включает в себя вырез или отверстие 52, проходящее по ширине диска 46. После очистки зонда 36 в сборе вращение диска 46 останавливается так, что отверстие 52 находится напротив зазора 42 зонда. Таким образом, когда анализ пробного раствора подлежит выполнению, отверстие 52 диска 46 располагается между электродами 40 в зазоре 42 зонда так, чтобы обеспечить максимальный объем пробы раствора между электродами 40 для измерения электрических свойств раствора.

Индикатор положения (не показан) может быть соединен с двигателем 50 или вращающимся диском 46. Индикатор положения (не показан) оперативно связан с электронным модулем управления (не показан) и сконфигурирован для отправки сигнала, представляющего расположение вращающегося диска 46 и отверстия 52. Сигнал, представляющий положение вращающегося диска 46, может быть сравнен с предварительно определенными значениями для положений диска 46 относительно зонда 36 в сборе для последовательностей отбора проб и испытаний или последовательностей очистки для гарантии, что отверстие 52 располагается относительно зонда 36 в сборе надлежащим образом. Хотя механизм 44 очистки, как описано, может включать в себя вращающийся диск 46, каждому из специалистов в данной области понятно, что могут быть использованы и другие механизмы очистки без отступления от объема вариантов осуществления, описанных в этом документе. Например, скребок очистителя может вращаться и входить в зазор 42 зонда, и выходить от него, приводной резиновый скребок может протирать поверхность электродов 40 или форсунки могут быть установлены непосредственно около электродов для удаления отложений от электродов 40 с помощью струи текучей среды, например воды, базового масла или воздуха.

В некоторых вариантах осуществления автоматический измеритель 30 электрической устойчивости может включать в себя перемешивающее устройство (не показано). В одном из вариантов осуществления перемешивающее устройство может включать в себя одну или несколько турбинных лопастей, соединенных с механизмом 44 очистки. Например, одна или несколько турбинных лопастей могут быть соединены с валом 48 и/или вращающимся диском 46.

Таким образом, когда вращающийся диск 46 работает, турбинные лопасти (не показаны) перемешивающего устройства (не показано) вращаются, и перемешивают раствор, содержащийся в корпусе. Вращение перемешивающего устройства (не показано) взбалтывает или перемешивает раствор, содержащийся в корпусе, и уменьшает или предотвращает оседание частиц или разделение жидкостей в растворе. Электронный блок управления (не показан) может управлять перемешивающим устройством (не показано) между последовательностями отбора проб и испытания. Перемешивание раствора в корпусе может выполняться в предварительно заданные интервалы времени или может быть отдельно инициировано электронным модулем управления (не показан).

Термокожух (не показан) расположен вокруг корпуса (не показан) автоматического измерителя 30 электрической устойчивости. Термокожух сконфигурирован для нагрева пробного раствора, содержащегося внутри корпуса (не показан). В одном из вариантов осуществления термокожух включает в себя электрическую цепь, сконфигурированную для подачи переменного тока с целью нагрева раствора, содержащегося в корпусе (не показан). В другом варианте осуществления термокожух включает в себя электрическую цепь, сконфигурированную для подачи постоянного тока с целью нагрева раствора, содержащегося в корпусе (не показан). Электронный модуль управления (не показан) может быть использован для управления электрической цепью в термокожухе и, следовательно, нагрева пробного раствора.

Для охлаждения раствора, содержащегося в корпусе, вокруг корпуса (не показан) автоматического измерителя 30 электрической устойчивости может быть расположен водный кожух. Например, контур 56 охлаждения (фиг. 3) может проходить вдоль части корпуса или по окружности корпуса (не показан). В этом варианте осуществления линия 64 водоснабжения (фиг. 3) может быть подключена к контуру трубопровода, окружающего корпус (не показан) автоматического измерителя 30 электрической устойчивости или находящегося рядом с ним. Клапан может приводиться в действие, например, электронным модулем управления для подачи в охлаждающий контур потока жидкости, имеющей температуру меньше, чем пробный раствор. Тепло от пробного раствора передается жидкости, протекающей через охлаждающий контур 56 (фиг. 3), таким образом, охлаждая пробный раствор. Охлаждающей жидкостью может быть, например, обычная или морская вода или любая другая жидкость, известная в данной области. Охлаждающий контур 56 может обеспечить более быстрое охлаждение пробного раствора, тем самым уменьшая время между испытаниями. Поскольку время между испытаниями может быть уменьшено, можно более часто получать пробы раствора, таким образом, информируя бурового инженера об изменениях в электрической устойчивости и предельном статическом напряжении сдвига.

В других вариантах осуществления устройство Пельтье (не показано) может быть подсоединено к корпусу, и использовано для охлаждения и/или нагрева раствора, содержащегося в корпусе. Устройство Пельтье использует эффект Пельтье для создания теплового потока через устройство. Устройство Пельтье может быть связано с генератором постоянного тока. Получающаяся в результате температура пробного раствора может определяться величиной тока от устройства Пельтье.

Датчик температуры (не показан) может быть расположен в корпусе автоматического измерителя 30 электрической устойчивости. Датчик температуры оперативно соединен с электронным модулем управления (не показан) и сконфигурирован, чтобы воспринимать, и передавать данные, представляю-

щие температуру пробного раствора. Электронный модуль управления может быть сконфигурирован для постоянного контроля (мониторинга) температуры пробного раствора с целью постоянного контроля температуры пробного раствора через определенные промежутки времени, постоянного контроля температуры пробного раствора до и/или после каждой последовательности испытаний или с целью постоянного контроля температуры пробного раствора во времена, инициированные вручную. На основании показаний датчика температуры (не показан) и predetermined желаемого входного значения температуры электронный модуль управления (не показан) может инициировать нагрев или охлаждение пробного раствора, как описано выше.

На фиг. 2А показан вид сверху измерителя 30 электрической устойчивости согласно фиг. 2 в соответствии с вариантами осуществления настоящего описания. В этом варианте осуществления измеритель 30 электрической устойчивости включает в себя зонд 36 в сборе, расположенный в корпусе 35. Электродный зонд 38 имеется для измерения электрической устойчивости и других свойств пробного бурового раствора. Между электродами (не показаны) электродного зонда 38 имеется зазор 42 зонда. Во время работы в зазор 42 зонда подается пробный буровой раствор, и к зазору 42 зонда прикладывается напряжение, что позволяет определять электрическую устойчивость пробного бурового раствора. Механизм 44 очистки, такой как скребок очистителя, может быть сконфигурирован для поворота в зазор 42 зонда, что позволяет очищать зазор 42 зонда между циклами испытаний.

Кроме того, измеритель 30 электрической устойчивости включает в себя перемешиватель 41, который сконфигурирован для вращения. Перемешиватель 41 включает в себя одну или несколько лопастей 43, которые могут вращаться для перемешивания раствора в корпусе 35. Перемешивание раствора в корпусе 35 предотвращает выпадение в осадок твердых частиц или иное их отделение из смеси во время циклов испытаний и между этими циклами. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления корпус 35 может включать в себя и кожух нагрева/охлаждения 49. Кожух нагрева/охлаждения 49 может, таким образом, нагревать, а затем охлаждать пробные буровые растворы, что позволяет раствору проходить испытания в соответствии с условиями в скважине. Кроме того, кожух 49 может обеспечить пробному буровому раствору более быстрое охлаждение между испытательными циклами, тем самым уменьшая время между испытаниями.

На фиг. 3 показана технологическая схема автоматического измерителя 30 электрической устойчивости в замкнутом цикле. Как показано, автоматический измеритель 30 электрической устойчивости помещен в одну линию с активной системой 60 бурового раствора. Ряд клапанов 62 управляет потоком раствора в автоматический измеритель 30 электрической устойчивости и из него. В одном варианте осуществления по меньшей мере один клапан 62 является электромагнитным клапаном, в то время как в других вариантах осуществления клапан 62 может включать в себя запорные клапаны или комбинации электромагнитных и запорных клапанов. В определенных вариантах осуществления могут использоваться не электромагнитные, а другие типы приводных клапанов. В определенных вариантах осуществления электромагнитные клапаны, имеющие большие проходные отверстия, соединяются с впускным отверстием 32 и выпускным отверстием 34 автоматического измерителя 30 электрической устойчивости. Такие электромагнитные клапаны могут использоваться для предотвращения накопления осадка, частиц или обломков из отстоя раствора, проходящего через клапан и закупоривающего его. Такие клапаны серийно выпускаются ASCO® (Флорэм-Парк, Нью-Джерси). Электромагнитные клапаны могут быть установлены и для предотвращения осаждения материала в зонах клапана, при этом такое осаждение может препятствовать надлежащему срабатыванию клапана.

На фиг. 3А и 3В показан определенный тип клапана 62 согласно вариантам осуществления данного описания. На фиг. 3А показан запорный клапан 63. Запорный клапан 63 включает в себя плунжер 71, корпус 73 клапана и плунжер 75 в сборе, включающий в себя эластомерный материал 77. Во время стадии наполнения при испытании (фиг. 3А) в условиях низкого давления раствор течет вдоль пути А, таким образом, перемещая плунжер 71 в открытое положение и позволяя раствору поступать в измеритель электрической устойчивости. В условиях высокого давления, таких как во время противотока, раствор течет в направлении В (на фиг. 3В), заставляя плунжер 71 закрыться, и заблокировать запорный клапан 63. Такой односторонний запорный клапан может быть менее склонным к отказу из-за жидкостей или шламов, которые являются очень вязкими или содержат твердые примеси. На фиг. 3С показано изображение запорного клапана 63 в разобранном виде. Как проиллюстрировано, запорный клапан 63 включает в себя корпус 73 клапана, плунжер 75 в сборе, имеющий эластомерный материал 77 и направляющую 79 плунжера. Эластомерный материал 77 конфигурируется для уплотнения к уплотняемой поверхности 81 корпуса 73 клапана, и конфигурируется так, чтобы он оставался ограниченным в перемещении в пределах направляющей 79 плунжера. Специалистам в данной области понятно, что в определенных вариантах осуществления запорный клапан 63 может использоваться вместе или в комбинации с другими типами клапанов, такими как электромагнитные клапаны, которые описаны выше.

На фиг. 3 показан клапан 62, который приводится в действие на впускной линии 2 раствора для отбора пробного раствора из активной системы 60 раствора. Электронный модуль 18 управления включает в себя, например, программируемый логический контроллер 68 или микропроцессор и генератор 66 напряжения. Электронный модуль 18 управления сконфигурирован для отправки сигнала открытия или

закрытия в по меньшей мере один из клапанов 62. Пробный раствор направляется через впускное отверстие 32 автоматического измерителя 30 электрической устойчивости. Температурный датчик 54 оперативно соединен с электронным модулем 18 управления, который расположен в корпусе 70 автоматического измерителя 30 электрической устойчивости. Если температура, измеряемая температурным датчиком 54, выше или ниже predetermined значения температуры, электронный модуль 18 управления посылает сигнал в термокожух 58 или контур 56 охлаждения, соответственно для нагрева или охлаждения пробного раствора.

В частности, если температура пробного раствора должна быть поднята, электронный модуль 18 управления посылает сигнал для генерации тока в термокожухе 58. Электрический ток в термокожухе нагревает пробный раствор, пока не будет достигнута predetermined температура. Точно так же, если температура пробного раствора должна быть снижена, электронный модуль 18 управления посылает сигнал клапану 62, расположенному на линии 3 контура охлаждения для запуска циркуляции воды (или других жидкостей) из водопровода 64 вокруг корпуса 70 автоматического измерителя 30 электрической устойчивости, что приводит к охлаждению пробного раствора. Температурный датчик 54 может непрерывно контролировать температуру раствора во время периодов нагревания или охлаждения пробного раствора.

Датчик давления 72 может быть оперативно соединен с корпусом 70 и с электронным модулем 18 управления. Если давление, измеряемое датчиком давления 72 в автоматическом измерителе 30 электрической устойчивости замкнутой системы, ниже или выше значения predetermined давления, то электронный модуль 18 управления посылает сигнал клапану 62 для открытия линии 4 подачи сжатого воздуха в случае увеличения давления в корпусе 70 или, соответственно, закрытия ее в случае уменьшения давления в корпусе.

Зонд 36 в сборе, расположенный в автоматическом измерителе 30 электрической устойчивости, приводится в действие электронным модулем 18 управления, и напряжение подается генератором 66 напряжения к электродам зонда (не показаны отдельно). Генератор напряжения может подавать пилообразное напряжение зонду 36 в сборе, как это задано схемой управления в электронном модуле 18 управления. В одном варианте осуществления генератор напряжения может подавать от 0 до 2000 В зонду 36 в сборе.

При стандартном испытании на электрическую устойчивость API специально определяется синусоидальный сигнал переменного тока на 340 Гц, который линейно возрастает от 0-2000 В со скоростью 150 вольт в секунду. Процедура (т.е. программное обеспечение), хранящаяся в конфигурационном файле, используется для определения, когда приложить сигнал с конкретной формой волны к зонду 36 в сборе. В одном или более вариантах осуществления эти сигнал(ы) хранятся в виде отдельных файлов и могут не являться частью конфигурационного файла. Показание электрической устойчивости по стандарту API - пиковое напряжение, при котором ток достигает 61 мкА. Но, кроме того, конфигурационный файл может предоставлять электронному модулю управления сигналы, которые основаны на нелинейных пилообразных изменениях напряжения и/или других типах пилообразных изменений. Специалистам в данной области знаний понятно, что спецификации испытания на электрическую устойчивость могут быть изменены с помощью программирования различных форм волны в конфигурационном файле, который загружается в электронный модуль управления. Таким образом, пороговый ток может быть значением выше или ниже 61 мкА.

Электронный модуль 18 управления управляет приведением в действие механизма 44 очистки. Через predetermined интервалы или по мере необходимости двигатель 50 включается электронным модулем 18 управления, тем самым вращая скребок-очиститель или вращающийся диск (не показан) в зазоре (не показан) зонда в сборе 36. Указатель положения (не показан) отсылает сигналы назад в электронный модуль 18 управления, указывая положение вращающегося диска или относительное положение механизма 44 очистки относительно зазора зонда. Кроме того, двигатель 50 может принимать сигналы от электронного модуля 18 управления для приведения перемешивающего устройства (не показано) в действие. Перемешивающее устройство может быть запущено, для уверенности в тщательном перемешивании раствора и для уменьшения и/или предотвращения осаждения материала в корпусе.

После выполнения испытательной последовательности электронный модуль 18 управления подает сигнал для открытия выпускного отверстия 34, и запускает насос 16 для удаления пробного раствора из корпуса 70 автоматического измерителя 30 электрической устойчивости и возврата этого пробного раствора в активную систему 60 раствора. Затем может быть инициирована дополнительная последовательность отбора пробы и испытаний или может быть инициирована последовательность очистки. Для выполнения последовательности очистки электронный модуль 18 управления посылает сигнал в механизм 44 очистки, как описывалось выше, и посылает сигнал клапану 62 на трубопроводе 5 чистящей жидкости, чтобы открыть клапан 62 и подать чистящую жидкость в корпус 70. Механизм 44 очистки функционирует внутри корпуса 70, в то время как чистящая жидкость промывает корпус. Кроме того, для улучшения очистки корпуса 70 и зонда 36 в сборе может быть запущен перемешиватель (не показан). Чистящая жидкость можно спускать через выпускное отверстие 34 и удалять в отходы.

На фиг. 3 и 4 автоматизированный измеритель 30 электрической устойчивости, включая корпус 70,

электронный модуль 18 управления, клапаны 62 и различные линии подачи и слива могут быть расположены в оболочковом корпусе 75. Оболочковый корпус 75 содержит все главные компоненты автоматического измерителя 30 электрической устойчивости. Оболочковый корпус 75 может включать в себя множество отверстий или соединений для подключения трубопроводов текучих сред, например, активной системы раствора, водопроводов, сливных линий и т.д. к корпусу 70 автоматического измерителя 30 электрической устойчивости. Дисплей 74, установленный на оболочковом корпусе 75, сконфигурирован для отображения информации, представляющей результаты сигналов, посланных и полученных электронным модулем 18 управления. Например, дисплей 74 может показывать электрическую устойчивость пробного раствора, температуру пробного раствора, давление в корпусе 70 и т.п.

На фиг. 5 автоматический вискозиметр 100 для измерения предельного статического напряжения сдвига и/или вязкости пробного раствора показан в соответствии с вариантами осуществления, изложенными в этом документе. Автоматический измеритель 30 электрической устойчивости включает в себя корпус (не показан), сконфигурированный так, чтобы он содержал объем раствора, который должен быть проанализирован. Подобно как для автоматического измерителя электрической устойчивости, описанного выше, пробный раствор поступает в корпус через впускное отверстие (не показано) и покидает корпус через выпускное отверстие (не показано). Насос (не показан) конфигурируется для прокачки пробного раствора в корпус и из него при получении сигнала от электронного модуля управления (не показан).

Автоматический вискозиметр 100 включает в себя рукав 102 вискозиметра, расположенный в корпусе (не показан), цилиндр 104, расположенный в рукаве 102, двигатель 106 оперативно соединенный с, по меньшей мере, рукавом 102 вискозиметра или цилиндром 104, и измеритель 108 крутящего момента оперативно соединенный с рукавом 102 вискозиметра и/или цилиндром 104. В показанном варианте осуществления цилиндр 104 подвешен на крутильной нити 131 (фиг. 6В) от измерителя 108 крутящего момента, а рукав 102 вращается двигателем 106. Между рукавом 102 вискозиметра и цилиндром 104 образуется кольцевое пространство 110. После того, как пробный раствор передается из активной системы бурового раствора в корпус, это раствор направляется в кольцевое пространство 110 между рукавом 102 вискозиметра и цилиндром 104. В зависимости от конфигурации автоматического вискозиметра 100 либо рукав 102 вискозиметра, либо цилиндр 104 вращается с точно указанной скоростью двигателем 106. Эта точно указанная скорость определяет скорость сдвига раствора в кольцевом пространстве 110. Крутящий момент, проявляющийся на цилиндре 104 или рукаве 102 вискозиметра, как он определяется измерителем 108 крутящего момента, регистрируется, и эти данные либо сохраняются, либо посылаются в удаленную компьютерную систему для обработки, как описано ниже. Например, измеритель 108 крутящего момента может измерять количество скручиваний крутильной нити 131, вызванных тормозящим вращением цилиндра 104. Если сказать иначе, измеритель 108 крутящего момента может измерять крутящий момент, вызванный движением крутильной нити 131. Исходя из определяемого крутящего момента, можно определить вязкость и предельное статическое напряжение сдвига текучей среды.

Как описано более подробно выше относительно автоматического измерителя 30 электрической устойчивости (фиг. 2), электронный модуль 18 управления (фиг. 1) может аналогично управлять автоматическим вискозиметром 100. Электронный модуль 18 управления (фиг. 1) может посылать сигналы для открытия и закрытия поточных линий электромагнитным клапаном (не показан) для того, чтобы они направляли пробный раствор из активной системы раствора в корпус (не показан) автоматического вискозиметра 100. Как только корпус будет заполнен пробным раствором, электронный модуль 18 управления (фиг. 1) может послать сигнал двигателю 106 для запуска/вращения цилиндра 104 рукава 102. Измеритель 108 крутящего момента может определить приложенный крутящий момент, основанный на точно указанной частоте вращения и тормозящем вращении, которое создает пробный раствор в кольцевом пространстве 110 на не вращающемся цилиндре 104 или рукаве 102. Данные, собранные измерителем 108 крутящего момента, можно послать в электронный модуль 18 управления (фиг. 1) для дальнейшей обработки. Как только пробный раствор прошел эту испытательную последовательность, электронный модуль 18 управления посылает сигнал в клапан (не показан) и насос (не показан) для возвращения пробного раствора в активную систему раствора (не показана).

В одном варианте осуществления между цилиндром 104 и измерителем 108 крутящего момента может быть расположена магнитная муфта (не показана). Поскольку крутящий момент, измеряемый измерителем 108 крутящего момента, обычно очень низок, должно быть уменьшено или устранено прихватывание уплотнения между цилиндром 104 и измерителем 108 крутящего момента. Магнитная муфта (не показана) уменьшает или устраняет прихватывание уплотнения между цилиндром 104 и измерителем 108 крутящего момента для более точного измерения крутящего момента на цилиндре 104.

Подобно автоматическому измерителю 30 электрической устойчивости (фиг. 2), в корпусе автоматизированного вискозиметра 100 могут быть расположены датчики температуры и давления (не показаны) для определения и постоянного контроля температуры и давления пробного раствора, содержащегося там. К тому же, электронный модуль 18 управления (фиг. 1) может приводить в действие термокожух, контур охлаждения или инициировать создание или снятие избыточного давления воздуха в корпусе, основываясь на сравнении измеренной температуры и давления с предопределенными значениями давления и температуры. Автоматический вискозиметр 100 замкнутой системы обеспечивает поддержание

температуры и давления раствора в корпусе, что может улучшить точность реологических свойств измеряемого раствора.

На фиг. 6А и 6В показан автоматический анализатор 200 свойств бурового раствора в соответствии с вариантами осуществления, описанными в этом документе. Автоматический анализатор 200 свойств бурового раствора включает в себя автоматический анализатор 30 электрической устойчивости и автоматический вискозиметр 100. Как показано, автоматический анализатор 200 бурового раствора включает в себя корпус 70, имеющий впускное отверстие 32 и выпускное отверстие 34. По меньшей мере один электромагнитный клапан (не показан) установлен вблизи по меньшей мере одного впускного отверстия 32 и выпускного отверстия 34 и сконфигурирован на открытие и закрытие для подачи пробы раствора из активной системы раствора в корпус 70.

Температурный датчик (не показан) может быть установлен внутри корпуса 70, и сконфигурирован с целью определения температуры содержащегося там раствора. Термокожух 58 охватывает, по меньшей мере, часть корпуса 70 и сконфигурирован для нагрева пробного раствора, если температурный датчик обнаруживает температуру, ниже предварительно определенного значения или, в ином случае, приводится в действие электронным модулем 18 управления (фиг. 1). Контур охлаждения (не показан) или водный кожух (не показан) могут охватывать, по меньшей мере, часть корпуса 70. Контур охлаждения сконфигурирован для охлаждения пробного раствора в корпусе 70, если температурный датчик обнаруживает температуру выше предварительно определенного значения.

Датчик давления (не показан) может быть оперативно подключен к корпусу 70, и сконфигурирован для определения давления внутри корпуса. Если датчик давления обнаруживает давление ниже предопределенного значения, то для увеличения давления в корпус 70 через управляемую клапаном поточную линию (не показана) могут быть добавлены воздух или раствор. Если датчик давления обнаруживает давление выше предопределенного значения, то для сброса давления в корпусе 70 клапан может быть открыт.

Зонд 36 в сборе подсоединяется к корпусу 70 для измерения электрической устойчивости пробного раствора в корпусе 70. Зонд в сборе 36 включает в себя электродный зонд 38, имеющий два электрода (не показаны), выступающие в объем корпуса 70. Механизм 44 очистки расположен в корпусе 70, и сконфигурирован для вхождения в зазор зонда (не показан) между электродами электродного зонда 38. В показанном варианте осуществления механизм 44 очистки включает в себя вращающийся диск 46, соединенный с валом 48, вращаемым двигателем 50. Двигатель 50 подсоединен к внешней поверхности корпуса 70, и сконфигурирован для вращения механизма 44 очистки и/или перемешивателя (не показан). Индикатор положения (не показан) может быть подсоединен к двигателю 50 или механизму 44 очистки и сконфигурирован для определения положения механизма 44 очистки относительно зонда 36 в сборе.

Рукав 102 вискозиметра и цилиндр 104 автоматического вискозиметра 100 находятся в корпусе 70. Как описывалось выше касательно автоматического вискозиметра 100, двигатель 106 оперативно подсоединен к, по меньшей мере, рукаву 102 вискозиметра или цилиндру 104, а измеритель 108 крутящего момента оперативно подсоединен к рукаву 102 вискозиметра и/или цилиндру 104. В показанном варианте осуществления цилиндр 104 подвешен на крутильной нити 131 из измерителя 108 крутящего момента, а рукав 102 вращается двигателем 106. Между рукавом 102 вискозиметра и цилиндром 104 образуется кольцевое пространство 110. В зависимости от конфигурации либо рукав 102 вискозиметра, либо цилиндр 104 вращается с точно указанной скоростью двигателем 106. Эта точно указанная скорость определяет скорость сдвига раствора внутри кольцевого пространства 110. Момент, проявляющийся на цилиндре 104 или рукаве 102 вискозиметра, как он определяется измерителем 108 крутящего момента, регистрируется, и эти данные либо сохраняются, либо, как описано ниже, посылаются в отдаленную компьютерную систему для обработки. Например, измеритель 108 крутящего момента может измерять число перекручиваний крутильной нити 131, вызванных тормозящим вращением цилиндра 104. Исходя из зарегистрированного крутящего момента, можно определить вязкость и предельное статическое напряжение сдвига текучей среды.

Автоматический анализатор 200 свойств бурового раствора может быть помещен в оболочковый корпус 75, как показано на фиг. 7А и 7В. Оболочковый корпус 75 может быть поделен на два сегмента - первую зону 165, в которой размещаются корпус для пробы, автоматический анализатор 30 электрической устойчивости и компоненты автоматического вискозиметра 100, и вторую зону 167, в которой находится электронный модуль 18 управления. Как показано, корпус 156 может быть установлен над двигателем 106 и измерителем 108 крутящего момента. Подробная информация об электронике электронного модуля 18 управления приводится ниже. Электрические кабелепроводы и провода 161 могут быть уложены между первой зоной 165 и второй зоной 167 для различных электрически подключаемых компонентов анализатора 200, например, двигателя 50, двигателя 106, измерителя 108 крутящего момента, клапанов 163 и т.п. к электронному модулю 18 управления. Оболочковый корпус 75 может включать в себя одно или больше вентиляционных отверстий и/или вентиляторов 169, сконфигурированных для предотвращения перегрева компонентов и электроники анализатора. Клапаны 163 могут включать в себя запорные клапаны, как описывалось выше, которые могут находиться в коллекторе 167. Таким образом, коллектор 167 может включать в себя различные клапаны 163, впускные и выпускные отверстия, что

позволяет управлять потоком раствора в анализатор 200 и из него.

Как показано, автоматический анализатор 200 свойств бурового раствора включает в себя, кроме того, насос 16 для закачивания пробного раствора в корпус 70 анализатора 200 из активной системы раствора и откачивания его обратно. Один или более, электромагнитный клапан 163 находится в оболочковом корпусе 75, и для передачи раствора подсоединен к корпусу 70. Приведение в действие электромагнитного клапана 163 позволяет пробному раствору заполнять корпус 70 для выполнения испытания.

На фиг. 7С показан задний вид оболочкового корпуса 75 автоматического анализатора 200 свойств бурового раствора, имеющего множество трубных подключений для подсоединения внешних трубопроводов текучей среды к различным компонентам анализатора 200. Как показано, оболочковый корпус 75 может включать в себя соединения для водопроводной линии 201, линии 202 воздуха, линии 204 для раствора и линии 205 чистящей жидкости. Кроме того, могут быть предусмотрены соединения для возврата 206 отходов и возврата 203 воды.

На фиг. 6-7 в некоторых вариантах осуществления автоматический анализатор 200 свойств бурового раствора может включать в себя систему аварийной сигнализации, сконфигурированную посылать сигнал в случае аварийного события. Система аварийной сигнализации может включать в себя множество датчиков, расположенных в различных компонентах автоматического анализатора 200 свойств бурового раствора или вблизи его, и сам сигнализатор. Например, температурный датчик может быть расположен в оболочковом корпусе 75 и посылать сигнал в электронный модуль 18 управления при превышении температуры внутри оболочкового корпуса predetermined максимального значения. Затем электронный модуль управления будет приводить в действие аварийный сигнализатор. Аварийным сигнализатором может быть ревун, сирена, звуковой оповещатель или иной сигнализатор, известный в данной области. Кроме того, отображать сообщение или указывать на появление аварийного события может и дисплей 74. Дисплей 74 может указывать на вид аварийного события. Этот дисплей может, например, показывать, что анализатор перегрет. Примеры аварийных событий могут включать в себя засоренный клапан, открытый люк в оболочковый корпус, низкий уровень раствора в корпусе, рассоединение поточной линии. Аварийная система может включать в себя различные типы датчиков, например, контактные датчики, датчики давления, температурные датчики, датчики положения и т.п.

Для определения содержания пробного бурового раствора в других вариантах осуществления анализатора бурового раствора может использоваться рентгеновский спектрометр. Например, проба может быть облучена высокоэнергетическими рентгеновскими или гамма-лучами, тем самым вызывая испускание вторичных флуоресцентных рентгеновских лучей. Вторичные рентгеновские лучи затем могут быть проанализированы для определения химического состава пробного бурового раствора. Результаты испытания могут затем быть переданы для локального хранения или в удаленное устройство для обработки. Специалистам в данной области понятно, что для дополнительного анализа бурового раствора могут быть использованы и другие измерительные устройства.

На фиг. 24 схематически показан анализатор бурового раствора, содержащий рентгенолюминесцентный спектрометр 435, согласно вариантам осуществления настоящего описания. В этом варианте осуществления поток раствора направляется из поточной линии 400 активной системы бурового раствора через один или более клапанов 405 в испытательную камеру 410. Внутри испытательной камеры 410 находится задвижка (450 на фиг. 25), которая сконфигурирована для перемещения в одном или более направлений, что позволяет доставку пробы бурового раствора из активной системы раствора. Один или более двигателей 415, 420 и 425 могут быть использованы для управления ориентацией задвижки или испытательной камеры 410. Как проиллюстрировано, двигатель 415 сконфигурирован для перемещения задвижки в сторону в испытательной камере 410. Однако в других вариантах осуществления двигатель 415 может использоваться для перемещения задвижки в более чем одном направлении. Кроме того, анализатор раствора включает в себя резервуар для гелия 430 в канале движения текучей среды в рентгенолюминесцентный спектрометр 435, что позволяет использовать гелий во время анализа. Для управления потоком гелия из резервуара 430 для гелия в рентгенолюминесцентный спектрометр 435 электромагнитный клапан 440 может оперативно управляться микропроцессором 445 или программируемым логическим контроллером (ПЛК).

Анализатор раствора может включать в себя и резервуар 455 с чистящей жидкостью пневмогидравлически связанный с испытательной камерой 410. Во время цикла очистки текучая среда, такая как базовое масло, вода или другая жидкость, содержащая химикаты, такие как поверхностно-активные вещества, может быть перенесена из резервуара 455 с чистящей жидкостью в испытательную камеру 410. Поток чистящей жидкости может управляться клапаном, таким как электромагнитный клапан 460. В дополнение к чистящей жидкости, анализатор раствора может включать в себя пневмосистему 465, сконфигурированную для подачи воздуха в испытательную камеру 410 или другой компонент анализатора раствора. Поток воздуха может управляться клапаном, таким как электромагнитный клапан 470. После завершения испытания пробный раствор может быть спущен из испытательной камеры 410 через спускное отверстие 475 для отходов и назад в поточную линию 400 активной системы раствора. Удаление пробного раствора может быть облегчено использованием насоса 480, воздуха из пневмосистемы 465, или пробный раствор может быть вытолкнут из испытательной камеры 410, когда новый раствор поступит в испытательную

камеру 410. Кроме того, анализатор раствора может включать в себя различные датчики, такие как датчик 485 давления, температурные датчики (не показаны) или иные различные датчики для определения положения задвижки в испытательной камере 410 или свойства раствора. В определенных вариантах осуществления анализатор раствора может включать в себя и различные запорные клапаны, такие как описанные выше, а также различные устройства для регулирования температуры, такие как кожухи нагрева/охлаждения.

С целью управления, анализатором раствора система включает в себя микропроцессор 445 и локальное запоминающее устройство 490, такое как жесткий диск, флэш-память или иной тип памяти, известный в данной области знаний. Данные могут отображаться, и анализатор растворов может управляться с помощью локального дисплея 495. Кроме того, для возможности подключения к сети может быть использовано устройство, такое как модем 497, что позволит анализатору раствора передавать данные и удаленно принимать сигналы управления. Вопрос удаленного управления подробнее объяснен в данном описании ниже.

На фиг. 25A-25C показаны виды испытательной камеры и рентгенолюминесцентного спектрометра 435 в разрезе, соответственно, во время положения заполнения, промежуточного положения и испытательного положения в соответствии с вариантами осуществления данного описания. В положении заполнения (фиг. 25A) задвижка 450 находится в положении, при котором раствор может поступать через отверстие 451 ввода пробы в полость 452 для пробы. В этом варианте осуществления полость для пробы включает в себя отверстие примерно 25 мм, через которое раствор может поступать в полость 452. Специалистам в данной области знаний понятно, что в иных вариантах осуществления полость 452 для пробы может включать в себя отверстия различных размеров и/или геометрии. Для управления ориентацией задвижки 450 в испытательной камере 410 могут быть использованы один или более двигателей (415, 420 или 425 на фиг. 24). Например, двигатель может перемещать задвижку 450 в сторону в испытательной камере 410. В промежуточном положении (фиг. 25B) задвижка 450 перемещает полость 452 для пробы, включая испытательный раствор, из канала движения текучей среды с отверстием 451 для ввода пробы. С помощью перемещения полости 452 для пробы из канала движения текучей среды с отверстием 451 для ввода пробы предотвращается пролив раствора из испытательной камеры 410. Таким образом, промежуточное положение может позволить управлять размером пробы в полости 452 для пробы. В испытательном положении (фиг. 25C) полость 452 для пробы центрирована с испытательным отверстием 453. Поскольку полость 452 для пробы не имеет кожуха (кожух для испытательной полости помешал бы точному рентгенолюминесцентному анализу), задвижка 450 должна перемещаться в испытательной ориентации таким образом, чтобы предотвратить пролив испытываемого раствора из полости 452 для пробы. В этом испытательном положении рентгенолюминесцентный спектрометр 435 можно использовать для анализа бурового раствора. Последовательность положения заполнения, промежуточного положения и испытательного положения позволяет поддерживать объем пробы в полости 452 для пробы. Кроме того, эта последовательность предотвращает переполнение полости 452 для пробы, так как при промежуточном положении полость закрыта от остальной части системы, что позволяет предотвратить одновременное открытие в системе стороны поступления и стороны испытания.

Поскольку испытание с помощью рентгенолюминесцентной спектрометрии чувствительно к размещению испытываемой пробы, двигатели (415, 420 и 425 на фиг. 24) можно использовать для гарантии, что ориентация полости 452 для пробы относительно рентгенолюминесцентного спектрометра 435 находится в пределах точно заданных допусков. С помощью ориентационного анализа по XYZ анализатор раствора может обеспечить испытания пробы раствора без искажения из-за закупорки пробы и гарантировать, что проба не будет переполнять полость 452 для пробы. На фиг. 24 видно, что в одном варианте осуществления, где двигатель 415 управляет задвижкой 450, задвижка 450 может перемещаться в сторону внутри испытательной камеры 410, что позволяет перемещать пробный раствор из канала движения текучей среды с отверстием 451 для ввода пробы в ориентацию с испытательным отверстием 453. Во время испытания двигатели 420 и 425 могут быть сконфигурированы для изменения ориентации либо испытательной камеры 410, либо рентгенолюминесцентного спектрометра 435, что позволяет выполнять несколько испытаний одной пробы. Поскольку фокусное расстояние между рентгенолюминесцентным спектрометром и пробой важно для поддержания корректных и сопоставимых результатов, двигатели 415, 420 и 425 могут работать согласованно для гарантии, что расстояние между пробным раствором и испытательным отверстием 453 остается относительно постоянным. В определенных вариантах осуществления зазор между рентгенолюминесцентным спектрометром и пробой может составлять от 0,5 мм до 1,0 мм. В зависимости от спецификаций рентгенолюминесцентной спектрометрии, этот зазор может быть увеличен или уменьшен, что позволяет настройку системы для анализа конкретных растворов. В определенных вариантах осуществления двигателя можно использовать для регулировки положения рентгенолюминесцентного спектрометра, что позволяет доставку нескольких проб. В таком варианте осуществления рентгенолюминесцентный спектрометр может перемещаться по фактически круговой траектории, что позволяет испытывать различные порции пробы. В частности, рентгенолюминесцентный спектрометр может перемещаться в сторону по поверхности пробы, в то же время поддерживая ту же высоту над пробой, что позволяет получить различные показания по ширине поверхности пробы. Кроме

того, поскольку может быть выполнено несколько считываний каждой пробы, можно избежать ложных считываний. Например, в определенных вариантах осуществления выполняются несколько считываний, и выполняется статистическое усреднение или учитываются аномалии в различных считываниях.

Кроме того, может контролироваться температура испытательной камеры 410 и пробы, что позволяет во время различных испытаний поддерживать постоянный объем раствора и постоянное расстояние между пробой и рентгенолюминесцентным спектрометром 435. Температурой можно управлять при помещении жидкостного трубопровода (не показан) в испытательную камеру 410 рядом с полостью 452 для пробы. Жидкость, такая как вода, имеющая известную и контролируемую температуру, может проходить по жидкостному трубопроводу, что позволяет контролировать температуру пробного раствора. Контроль за пробным раствором может помочь обеспечить точность рентгенолюминесцентного испытания для нескольких проб. С помощью контроля размещения пробы относительно рентгенолюминесцентного спектрометра 435 и контроля температуры можно получить более точные результаты испытаний и обеспечить лучшую сопоставимость результатов нескольких испытаний.

На фиг. 26А-С показан вид испытательной камеры в разрезе в положениях заполнения и испытания согласно вариантам осуществления данного описания. Во время процесса испытаний задвижка 450 вначале находится в положении заполнения (фиг. 26А) и электромагнитный клапан раствора (не показан) и электромагнитный клапан воздуха (не показан) открыты, что позволяет пробе раствора поступать из активной системы бурового раствора в полость 452 для пробы. При требуемом объеме раствора в полости 452 для пробы электромагнитные клапаны воздуха и раствора закрываются, что останавливает поток раствора в испытательную камеру 410. Задвижка 450 затем перемещается в испытательное положение (фиг. 26В), так что полость 452 для пробы выравнивается с испытательным отверстием 453, и конфигурируется с целью позволить рентгенолюминесцентному спектрометру (не показан) выполнение испытательной последовательности. После выполнения испытательной последовательности насос (не показан) приводится в действие вместе с открытием электромагнитного клапана воздуха, что приводит к очистке полости 452 для пробы от пробного раствора. Во время очистки полости 452 для пробы насос останавливается, и задвижка 450 перемещается назад в положение заполнения. Между положениями заполнения и испытания проба может удерживаться в промежуточном положении (фиг. 26С). В промежуточном положении проба может временно выдерживаться для обеспечения стабильности раствора, что позволяет предотвратить переполнение. В зависимости от свойств раствора время выдержки может быть различным, например, в определенных вариантах осуществления проба находится в промежуточном положении от 5 секунд до 10 минут, а в иных конкретных вариантах осуществления проба находится в испытательном положении в течение примерно 30 секунд.

Во время положения заполнения (фиг. 26А) в испытательную камеру 410 и в полость 452 для пробы может быть с помощью открытия электромагнитного клапана (не показан) базового масла введен очиститель, содержащий базовое масло. Насос затем опять приводится в действие, вследствие чего из испытательной камеры 410 удаляется остаточный раствор или твердые частицы. Задвижка 450 может далее быть перемещена назад в испытательное положение (фиг. 26В), и насос приводится в действие с помощью открытия электромагнитного клапана воздуха для дальнейшего удаления остаточного раствора и/или твердых частиц из испытательной камеры 410. В этот момент может быть выполнено последующее испытание раствора. Специалистам в данной области понятно, что в зависимости от типа испытываемого раствора последовательность положений заполнения и испытания может отличаться. Например, при определенных операциях может потребоваться только один цикл очистки, тогда как при других операциях для надлежащей очистки испытательной камеры 410 от остаточного раствора и твердых частиц могут потребоваться три и более, циклов очистки.

Могут быть включены дополнительные компоненты, такие как клапан (не показан) на полости 452 для пробы, который может закрываться во время испытания раствора. При закрытом положении такого клапана раствор не может покинуть полость 452 для пробы, что обеспечит постоянство объема пробы. Открытие клапана может позволить раствору покинуть полость 452 для пробы, так же и во время цикла очистки. Оба компонента могут включать в себя устройства очистки. Пример устройства очистки, которое может использоваться с вариантами осуществления данного описания - скребок (не показан), находящийся на испытательной камере 410 или вблизи нее. Скребок может использоваться для очистки отверстия 451 для ввода пробы, полости 452 для пробы или иной части системы. В определенных вариантах осуществления скребок может находиться на задвижке 450, что позволяет производить очистку и внутренних, и внешних компонентов испытательной камеры 410. Кроме того, насос (не показан), такой как пневматический насос, может быть в жидкостной связи с полостью 452 для пробы. Насос можно использовать для введения раствора в полость 452 для пробы и для удаления его оттуда во время циклов заполнения и очистки.

Во время испытания с помощью рентгенолюминесцентной спектрометрии одна проба может испытываться несколько раз. Например, в испытательном положении рентгенолюминесцентный спектрометр 435 может перемещаться относительно испытательной камеры 410 путем приведения в действие одного или нескольких двигателей, что позволяет сдвигать фокус рентгенолюминесцентного спектрометра относительно полости 452 для пробы. Поскольку часть испытываемой пробы небольшая относительно

площади полной поверхности пробы, подвергаемой воздействию в полости 452 для пробы, то могут выполняться несколько испытаний, не включающих в себя накладывающуюся часть пробы. В других вариантах осуществления рентгенолюминесцентный спектрометр 435 может удерживаться в постоянном положении, а испытательная камера 410 перемещаться относительно рентгенолюминесцентного спектрометра 435, что обеспечивает иной способ выполнения нескольких испытаний. В еще одном варианте осуществления для перемещения задвижки 450 относительно испытательной камеры 410 и/или рентгенолюминесцентного спектрометра 435 могут использоваться один или несколько двигателей. В таком варианте осуществления испытательная камера 410 и рентгенолюминесцентный анализатор могут удерживаться стабильными и только задвижка 450 будет перемещаемой.

Рентгенолюминесцентный анализатор может быть скомбинирован с различными другими испытательными аппаратами, описанными выше, что позволяет одному анализатору раствора иметь вискозиметр, устройство непрерывного контроля электрической устойчивости и рентгенолюминесцентное устройство непрерывного контроля. При такой конфигурации рентгенолюминесцентный спектрометр может быть размещен перед вискозиметром или устройством непрерывного контроля электрической устойчивости либо после них, а также в одной из конфигураций, при которой позволяет одновременное проведение этих отдельных испытаний.

Как описано выше, для выполнения испытания на устойчивость раствор подается в закрытую камеру, имеющую зонд электрической устойчивости и скребок, который может поворачиваться в зазор зонда для удаления из него остатков. Для подачи раствора в камеру ряд электромагнитных клапанов работает совместно с насосом, что позволяет управлять объемом раствора в камере. По достижении приемлемой температуры запускается испытательная последовательность. После выполнения испытания испытываемый раствор удаляется из камеры, и заменяется чистящей жидкостью. Для очистки устройства скребок приводится в действие с имеющейся чистящей жидкостью с целью удаления остатка, который может осаждаться на зонде. Для управления испытанием и очисткой к этому устройству оперативно подключен программируемый логический контроллер (ПЛК) или микропроцессор, как будет подробнее описано ниже.

Для более глубокого понимания работы комбинированного анализатора электрической устойчивости, вискозиметра и рентгенолюминесцентного анализатора см. фиг. 27, где представлена технологическая схема для такого рода системы, рассматриваемая ниже. Как показано, автоматический анализатор 30 электрической устойчивости, вискозиметр 31 и рентгенолюминесцентный анализатор 435 размещены на одной линии с активной системой 400 раствора. Ряд клапанов 62 управляет потоком растворов, подаваемых в автоматический анализатор 30 электрической устойчивости, вискозиметр 31 и рентгенолюминесцентный анализатор 435, и удаляемых из них. В определенных вариантах осуществления клапаны 62 могут быть электромагнитными клапанами, тогда как в других вариантах осуществления клапаны 62 могут включать в себя запорные клапаны 63, как подробнее описано выше. В зависимости от эксплуатационных требований к системе, в определенных системах может использоваться комбинация электромагнита 62 и запорных клапанов 63. Например, как показано, впускной трубопровод 2 раствора и впускной трубопровод 5 базовой жидкости сконфигурированы так, что обеспечивать поток текучей среды через электромагнитные клапаны 62 и затем через запорные клапаны 63. Таким образом, растворы, включающие в себя твердые частицы, которые могут закупорить клапаны 62, могут проходить через запорные клапаны 63. Однако вода из впускного отверстия 64 воды проходит через клапаны 62, минуя запорные клапаны 63. Специалистам в данной области понятно, что в альтернативных вариантах осуществления вода из впускного отверстия 64 воды может подаваться и через запорные клапаны 63.

Во время работы раствор может поступать через впускной трубопровод 2 раствора в один или более автоматический измеритель 30 электрической устойчивости, вискозиметр 31 и рентгенолюминесцентный анализатор 435. Каждому специалисту в данной области понятно, что, в зависимости от типа требуемого испытания, раствор может поступать в один, два или все три анализатора, что позволяет одновременно выполнять несколько испытаний. В определенных вариантах осуществления может быть желательным испытание с помощью всех трех анализаторов, тогда как при других вариантах осуществления достаточно выполнение только одного или двух испытаний. Кроме того, хотя на фиг. 27 показано последовательное размещение анализаторов, в альтернативных вариантах осуществления несколько впускных трубопроводов может использоваться таким образом, чтобы раствор мог поступать во все измерители или по меньшей мере два измерителя практически одновременно.

Как объяснено выше, система включает в себя и резервуар 455 с чистящей жидкостью, который сконфигурирован так, чтобы обеспечивать поток базовой жидкости в автоматический анализатор 30 электрической устойчивости, вискозиметр 31 и рентгенолюминесцентный анализатор 435, что позволяет выполнение очистки анализаторов между испытаниями. Кроме того, эта система включает в себя насос 480, сконфигурированный для удаления испытываемого раствора и чистящей жидкости из автоматического анализатора 30 электрической устойчивости, вискозиметр 31 и рентгенолюминесцентный анализатор 435. Насос 480 может использоваться для откачивания растворов через спускное отверстие и в определенных вариантах осуществления назад в активную систему 400 раствора. Эта система может дополнительно включать в себя подачу 464 воздуха, соединенную с впускным отверстием 465 воздуха, что

позволяет воздуху поступать в один или более автоматических анализаторов 30 электрической устойчивости, вискозиметр 31 и рентгенолюминесцентный анализатор 435.

Автоматический анализатор 30 электрической устойчивости, вискозиметр 31 и рентгенолюминесцентный анализатор 435 оперативно подсоединены к микропроцессорному устройству 445 управления, что позволяет сбор и обработку данных этими анализаторами. Микропроцессорное устройство 445 управления оперативно подключено к локальному запоминающему устройству 490 и дисплею 495, что позволяет сохранять и/или отображать собранные и обработанные данные. В определенных вариантах осуществления микропроцессорное устройство 445 управления может оперативно подключаться к удаленному соединению 497, такому как соединение Ethernet, что позволяет дистанционно отправлять, или принимать собранные и/или обработанные данные.

Специалистам в данной области понятно, что, принимая во внимание данное описание, могут существовать различные комбинации анализаторов. Например, в определенных вариантах осуществления может использоваться система, имеющая все три анализатора: автоматический измеритель 30 электрической устойчивости, вискозиметр 31 и рентгенолюминесцентный анализатор 435. В альтернативных вариантах осуществления система может включать в себя только автоматический измеритель 30 электрической устойчивости и вискозиметр 31, автоматический измеритель 30 электрической устойчивости и рентгенолюминесцентный анализатор 435 или вискозиметр 31 и рентгенолюминесцентный анализатор 435.

Вообще, данное описание направлено на компьютеризированный способ для автоматического анализа свойств бурового раствора. Свойства бурового раствора, которые можно проанализировать/определить, включают в себя вязкость, предельное статическое напряжение сдвига и электрическую устойчивость. Различные конфигурации анализаторов бурового раствора находятся в рамках данного описания. Например, в определенных вариантах осуществления анализатор бурового раствора можно сконфигурировать для определения электрической устойчивости, тогда как в других вариантах осуществления анализатор бурового раствора может быть сконфигурирован для определения предельного статического напряжения сдвига, вязкости или их комбинации. Независимо от того, сконфигурирован анализатор бурового раствора для определения одной или более комбинаций электрической устойчивости, предельного статического напряжения сдвига и/или вязкости, система для определения свойств будет оперативно подключена к компьютеру для определения конкретного свойства или свойств. Компьютер, локальный или удаленный, содержит программное приложение, которое выполняется на процессоре.

Это программное приложение включает в себя команды, вызывающие перенос бурового раствора из системы активного раствора в ячейку для пробы. Переносимое количество бурового раствора может отличаться в зависимости от требований конкретной операции; однако, в общем, из активной системы бурового раствора в ячейку для пробы анализатора раствора будет переноситься проба в 0,5 л. После заполнения ячейки для пробы желаемым количеством раствора этот раствор направляется для контакта с электродами электрического зонда. Поскольку к электродам электрического зонда прикладывается напряжение, анализатор раствора определяет, когда раствор проводит заряд между электродами, эти данные регистрируются и, исходя из приложенного напряжения, определяется электрическая устойчивость. Специалистам в данной области понятно, что вышеприведенный способ позволит определить электрическую устойчивость и, таким образом, устойчивость эмульсии буровых растворов на нефтяной основе или синтетических буровых растворов.

В определенных вариантах осуществления зарегистрированные данные до окончания испытания можно хранить локально, тогда, как в других вариантах осуществления эти данные можно отправить в удаленное запоминающее устройство для хранения или для удаленной обработки. В зависимости от количества данных, числа испытаний и т.п. данные могут быть перенесены после каждого испытания или в пакетах.

Длительность испытания может изменяться, исходя из свойств бурового раствора. Например, одиночное испытание может длиться 30 минут или дольше в определенных вариантах осуществления, тогда как в других вариантах осуществления новое испытание может выполняться каждые несколько минут. Для увеличения точности определенного свойства бурового раствора один пробный раствор может быть испытан несколько раз. Например, один раствор может быть испытан пять раз и при определении каких-либо аномальных результатов они будут исключены из результатов пробы, используемых для определения окончательного свойства раствора.

После выполнения испытания анализатор раствора может выполнить цикл очистки, для чего из ячейки для пробы проба раствора будет удалена, и туда поступит чистящая жидкость. Чистящая жидкость может включать в себя базовое масло, такое как дизельное топливо, минеральное масло или другие основы, для конкретного раствора в активной системе бурового раствора или включать в себя другие добавки, такие как поверхностно-активные вещества или вода, для более глубокой очистки ячейки для пробы. Во время цикла очистки скребок может поворачиваться в зонде, тем самым очищая поверхности зонда и перемешивая чистящую жидкость в ячейке для пробы с целью удаления твердых частиц, которые могут осесть на других поверхностях ячейки для пробы.

Время, в течение которого чистящая жидкость остает в ячейке для пробы, может быть задано, ис-

ходя из конкретных свойств раствора. Например, раствор с высокой вязкостью может потребовать более длительного цикла очистки, или жидкости с высокими уровнями твердых фаз малой плотности или утяжелителей бурового раствора, которые могут прилипнуть к поверхностям ячейки для пробы, могут для тщательного удаления потребовать более длительных циклов очистки. Цикл очистки может включать в себя несколько поворотов скребка, а также одно или более заполнений чистящей жидкостью ячейки для пробы. В определенных вариантах осуществления цикл очистки может включать в себя добавки воды или воздуха для более эффективного удаления испытываемой пробы раствора из ячейки для пробы перед отбором следующей пробы раствора.

После очистки ячейки для пробы анализатору раствора может быть дана команда удалить чистящую жидкость и получить в ячейку для пробы вторую пробу из активной системы бурового раствора. В зависимости от специфики операций указанный объем бурового раствора может циклировать из активной системы раствора через анализатор раствора до заполнения ячейки для пробы, а это гарантирует, что вторая проба не содержит остаточного раствора, остающегося в линии из первоначального испытания. Например, в определенных вариантах осуществления раствору может быть позволено проходить через анализатор раствора из активной буровой системы в течение заданного периода времени или пока через систему не пройдет указанный объем раствора. Когда будет определено, что раствор, проходящий через систему, приемлем для отбора пробы, то ячейка для пробы заполнится, и может начаться второй цикл испытания.

В других вариантах же осуществления анализатор раствора может включать в себя вискозиметр, сконфигурированный так, чтобы позволить анализатору раствора сбор данных для определения предельного статического напряжения сдвига и/или вязкости пробного бурового раствора. Аналогично вышеописанному испытанию, после переноса пробного раствора из активной системы бурового раствора в ячейку для проб этот раствор направляется в зону между рукавом и цилиндром вискозиметра. В зависимости от конфигурации вискозиметра либо рукав, либо цилиндр будут вращаться с точно указанной скоростью. Реакция раствора на скорость вращения рукава или цилиндра регистрируется, и эти данные либо сохраняются, либо отсылаются в удаленную компьютерную систему для обработки, как описано выше относительно испытания на электрическую устойчивость.

С целью более точного определения предельного статического напряжения сдвига скорость вращения рукава или цилиндра может быть изменена. Например, рукав или цилиндр может вращаться со скоростью 3, 6, 300 и/или 600 об/мин (RPM). Специалистам в данной области понятно, что скорость вращения может изменяться, исходя из специфики буровых работ или требований анализа.

В определенных вариантах осуществления испытания и на электрическую устойчивость, и на вязкость и/или предельное статическое напряжение сдвига могут выполняться одновременно. Таким образом, длительность времени, требуемая для испытания, может быть уменьшена. Кроме того, перед испытанием, во время и после него могут быть выполнены другие действия. Например, может быть задана температура пробного раствора и/или в ячейку для пробы подано избыточное давление. Кроме того, если оператор во время испытания определит, что анализатор раствора не работает надлежащим образом, он может откорректировать его из удаленного компьютера.

Ход испытания, включая конкретные параметры испытания, может быть предварительно запрограммирован так, что эти испытания могут быть полностью автоматическими. Например, оператор буровой может отрегулировать конкретные параметры анализатора раствора, включая число испытаний, выполняемых для одной пробы, частоту испытаний, объем испытываемой пробы, температуру пробного раствора, прикладываемое напряжение, скорость вращения вискозиметра, давление, прикладываемое к ячейке для пробы, число циклов очистки, тип цикла очистки и т.п. Конкретные параметры затем могут быть введены в виде пакета для испытаний, локально или удаленно, и анализатор раствора может автоматически выполнять испытания. Если условия требуют ручной корректировки, то местный оператор или удаленный оператор может отменить выполнение запрограммированных параметров, регулируя один или более параметров анализатора, что позволит оптимизировать выполнение испытаний.

Как объяснялось выше, испытание раствора может включать в себя серию испытаний, которые предварительно запрограммированы из удаленного места или из системы местного управления. Для управления испытанием и/или для постоянного контроля над ним оператор буровой может иметь одну или больше панелей управления, показывающих несколько дисплеев-отображений. Графический интерфейс пользователя (GUI), который отображается оператору, может изменяться, исходя из особенностей операции; ниже описываются примерные GUI как ориентир в отношении типа отображений, которые могут использоваться.

На фиг. 8 показан местный дисплей согласно вариантам осуществления данного описания. В этом варианте осуществления местный дисплей включает в себя меню для выбора конкретных типов испытаний, режимов калибровки и т.п. Как показано, местный дисплей может включать в себя автоматический испытательный селектор 500, селектор 501 на 500 В, селектор 502 на 1900 В, испытательный селектор 503 воздуха, испытательный селектор 504 воды, установочный селектор 505, селектор 506 отображения данных, диагностический селектор 507 и селектор 508 коммуникаций.

Перед операцией может быть запрограммирован один или более циклов испытаний, что позволяет

автоматизировать весь процесс испытаний. В дополнение к циклам испытаний могут быть выполнены и калибровочные испытания. Например, в одном варианте осуществления устройство включает в себя испытание на 500 В, которое позволяет оператору проверить калибровку зонда относительно внутренней резисторной схемы. Это устройство может включать в себя также испытание на 1900 В, которое позволяет оператору проверить калибровку зонда относительно внутренней резисторной схемы. Результаты этих испытаний могут быть отображены на странице отображения данных, такой как показана на фиг. 9 и 10.

Другие варианты осуществления могут включать в себя воздушное испытание и/или водное испытание. Поскольку воздух - относительно хороший изолятор, испытание должно дать показание высокого напряжения на уровне примерно 1900 В и находиться в пределах около 2,5% требования 1900 В. Поскольку вода - это проводник, испытание должно дать показания высокого напряжения примерно 500 В и находиться в пределах 2,5% требования 500 В. Если результаты этих испытаний не находятся в приемлемых пределах, то оператор может быть предупрежден, что устройство не в состоянии выполнить автоматическое испытание.

Во время калибровки устройства вначале выполняется цикл очистки. Во время цикла очистки имеющийся в камере раствор удаляется, чистящая жидкость наполняет камеру, и зонд автоматически очищается. После цикла очистки выполняется испытание электроники, при котором зонд автоматически отсоединяется, и напряжение возрастает до максимума. После испытания электроники выполняется воздушное испытание, при котором чистящая жидкость удаляется из камеры, воздуху позволяется заполнить сосуд, зонд переподсоединяется, а напряжение возрастает до максимума. После выполнения воздушного испытания выполняется водное испытание, при котором испытательный сосуд наполняется водой, напряжение возрастает, а порог электрической устойчивости в 3 В сравнивается с испытываемым напряжением. Последний шаг в калибровке - это определение точности измерителя. На этом шаге зонд отсоединяется и внутренние резисторы, и диоды Зенера используются для проверки точности измерителя, запущенного при 500 В переменного тока и 1900 В переменного тока.

Для настройки испытания оператор может выбрать ряд различных опций. На фиг. 11 и 12 показаны примерные дисплеи установочного испытания согласно вариантам осуществления данного описания. Вначале оператор может определить число профилей, соответствующих числу испытаний, которые должны быть выполнены. Пользователь может выбрать и число нарастаний напряжения, число очисток, длительность переноса раствора, длительность охлаждения, времена выдерживания температур, задержку между нарастаниями напряжения, задержки циклов, уставки давления, длительность подачи базового раствора, длительности основной пропитки и различные уставки температуры. Каждый выбор может быть откорректирован, исходя из требований буровых работ и/или требований конкретного испытания.

На фиг. 13 можно выбрать локальный дисплей, что даст возможность наблюдать текущие испытательные данные. Другие дисплеи-отображения, которые оператор может выбрать для осмотра, включают в себя страницу состояния системы, такую как показанная на фиг. 14 и 15. Эта страница состояния системы может позволить оператору осматривать состояние скребка, двигателя, структуры блока, состояние одного или более клапанов, состояние реле, показание напряжения, показание тока, показание температуры и/или показание давления.

Навигация между различными дисплеями может осуществляться с помощью различных видов интерфейсов, например, периферийных устройств, клавиатуры и/или сенсорных экранов. Специалистам в данной области понятно, что на конкретном устройстве, в зависимости от требований к буровым работам, могут быть представлены все из рассмотренных дисплеев, а также дополнительные дисплеи.

Как объяснено выше, устройство может иметь местный дисплей, а также удаленный дисплей. Удаленный дисплей позволяет удаленно управлять устройством, и непрерывно контролировать испытания. Могут использоваться различные способы установки соединения между устройством и системой удаленного управления. В одном варианте осуществления устройство может подключаться к сети Ethernet, что позволяет иметь удаленный доступ к этому устройству через Интернет. В других вариантах осуществления это устройство может подключаться через виртуальную частную сеть (VPN), что позволяет осуществлять соединение между устройством и персональным компьютером, находящимся в сети. В еще одном варианте осуществления к этому устройству может быть выполнен удаленный доступ с помощью соединения этого устройства с роутером сети.

При работе в удаленном режиме оператор может непрерывно контролировать испытание и/или управлять им, включая, например, инициирование калибровочных испытаний, ввод параметров испытаний, загрузку новых испытательных профилей и обзор результатов испытания. Примеры удаленных дисплеев показаны на фиг. 16-21. Фиг. 16 - это дисплей страницы автоматических результатов. На фиг. 17 и 18 показаны дисплеи калибровочных режимов, на фиг. 19 - дисплей установочного экрана, на фиг. 20 - дисплей экрана испытательных данных, а на фиг. 21 - дисплей диагностического экрана.

Специалистам в данной области понятно, что конкретные дисплеи могут меняться согласно конкретным компонентам устройства. Хотя вышеописанные дисплеи приведены конкретно для устройства испытания электрической устойчивости раствора, те же самые и дополнительные опции могут быть доступны для устройства, способного определять предельное статическое напряжение сдвига и/или вяз-

кость.

На фиг. 22 показана технологическая карта последовательности примерных операций согласно способам, представленным в данном описании. Во время типичного испытательного цикла для запуска испытательной последовательности операция может выбрать пусковую опцию 600. Перед началом фактического испытания зонд может быть очищен установкой цикла 601 очистки для гарантии, что будет удален остаточный раствор, прилипший к зонду. После очистки устройства буровой раствор переносится 602 из активной системы бурового раствора через впускное отверстие, как только из устройства будет удалена чистящая жидкость. Пробный раствор затем нагревается 603 до конкретной температуры, например, от 50 до 150°C. По достижении желаемой температуры напряжение линейно возрастает 604 со скоростью около 150 В/с при 340 Гц. Затем ток непрерывно контролируется 605, пока не будет определен 61 микроампер или не достигнуто 2000 В. Результаты сохраняются 606 для дальнейшего переноса в удаленное устройство 607 для обработки или иное использование для местной обработки 608. Этапы линейного возрастания напряжения 504, мониторинга 605 и сохранения результатов 606 последовательно повторяются 609, пока не будет выполнено желаемое число испытаний.

В конкретных приложениях могут быть добавлены различные дополнительные этапы, что позволит устройству собирать дополнительные данные. Например, в определенных операциях камера этого устройства может находиться под давлением воздуха, что уменьшает количество тепла, требуемого для увеличения температуры. При определенных операциях давление может быть увеличено в пределах диапазона 4-6 бар.

Во время испытания одиночная проба раствора может быть испытана несколько раз при различных температурах. Для устранения аномальных значений можно выполнить несколько испытаний, иначе результаты будут искажены. Дополнительно, при испытаниях на предельное статическое напряжение сдвига один раствор можно испытывать при различных температурах и различных скоростях вращения. Например, рукав или чашка вискозиметра может вращаться при 3, 6, 300 и 600 об/мин, что позволяет определить предельное статическое напряжение сдвига.

После сбора и сохранения 606 данных определяется 610 одно или более свойств бурового раствора, такое как вязкость, предельное статическое напряжение сдвига и/или электрическая стабильность. Определенные результаты можно затем отобразить непосредственно на устройстве или, в ином случае, отобразить с помощью веб-сервера. В определенных вариантах осуществления результаты могут быть переданы 611 по протоколу обмена данными с буровой (WITS) в виде конкретной определенной пользователем записи. После выполнения всех испытаний конкретного раствора может быть инициирован последующий цикл очистки 612. В последующем цикле очистки разгрузочный клапан открывается 613, насос чистящей жидкости запускается 614, и чистящая жидкость поступает 615 в устройство. Затем запускается 616 двигатель скребка, что приводит к очистке поверхности устройства, зонда, вискозиметра и т.п. Потом устройство переходит в состояние готовности испытывать следующую пробу раствора.

Варианты осуществления настоящего описания могут быть выполнены на практическом любом типе компьютера, независимо от используемой платформы. Например, как показано на фиг. 23, компьютерная система 700 включает в себя один или более процессоров 701, сопряженную память 702 (например, оперативную память (RAM), быстродействующую буферную память, флэш-память и т.п.), устройство хранения 703 (например, жесткий диск, оптическое устройство, такое как привод компакт-диска или привод цифрового видеодиска (DVD), флэшку, и т.п.), и многочисленные другие элементы и типичные функциональные средства современных компьютеров (не показано). В одном или больше вариантах осуществления настоящего описания процессор 701 - это аппаратное обеспечение. Например, процессор может быть интегральной схемой. Компьютерная система 700 может включать в себя и средства ввода, такие как клавиатура 704, манипулятор мышь 705 или микрофон (не показан). Далее, компьютерная система 700 может включать в себя средства вывода, такие как монитор 706 (например, жидкокристаллический дисплей (ЖКД), плазменный дисплей или монитор с электроннолучевой (ЭЛТ) трубкой). Компьютерная система 700 может соединяться с сетью 708 (например, локальная сеть (LAN), территориально распределенная сеть (WAN), такая как Интернет или иной тип сети) через соединение сетевого интерфейса (не показан). Специалистам в данной области будет понятно, что существует много различных типов компьютерных систем, и ранее упомянутые средства ввода и вывода могут иметь иные формы. В общем, компьютерная система 700 включает в себя, по меньшей мере, минимальные средства обработки, ввода и/или вывода, необходимые для практических вариантов осуществления настоящего описания.

Кроме того, специалистам в данной области понятно, что один или более элементов упомянутой выше компьютерной системы 700 могут быть размещены в удаленном месте, и связаны с другими элементами по сети. Более того, варианты осуществления настоящего описания могут быть выполнены в распределенной системе, имеющей множество узлов, где каждая часть данного описания (например, локальный блок в местонахождении буровой или оборудование удаленного управления) может быть размещена на различном узле в распределенной системе. В одном варианте осуществления изобретения узел соответствует компьютерной системе. В ином случае узел может соответствовать процессору с сопряженной физической памятью. Узел может, как вариант, соответствовать процессору или микроядру процессора с совместно используемой памятью и/или ресурсами. Более того, команды программного

обеспечения в форме программного кода, считываемого компьютером, для выполнения вариантов осуществления изобретения могут сохраняться, временно или постоянно, на машиночитаемом носителе, таком как компакт-диск (CD), дискета, лента, память или любое иное считываемое компьютером устройство хранения данных.

Вычислительное устройство включает в себя процессор 701 для выполнения приложений и команд программного обеспечения, сконфигурированных с целью выполнения различных функций и память 702 для хранения команд программного обеспечения и данных прикладной программы. Команды программного обеспечения для выполнения вариантов осуществления изобретения могут храниться на любом материальном машиночитаемом носителе, таком как компакт-диск (CD), дискета, лента, флэш-память или иное компьютеро- или машиночитаемом устройстве хранения, которые можно считывать и выполнять с помощью процессора 701 вычислительного устройства. Память 702 может быть флэш-памятью, жестким диском (HDD), постоянной памятью, оперативной памятью (RAM), постоянной памятью только для считывания (ROM) и иным типом для хранения данных или их комбинацией.

Компьютерная система 700 обычно ассоциируется с пользователем или оператором, использующим компьютерную систему 700. Например, пользователь может быть отдельным человеком, компанией, организацией, группой лиц или другим вычислительным устройством. В одном или более вариантов осуществления изобретения пользователь - это буровой инженер, использующий компьютерную систему 700 для удаленного доступа к анализатору раствора, размещенному на буровой вышке.

Предпочтительно, чтобы варианты осуществления, описанные в этом документе, могли предусматривать автоматическую систему для определения электрической устойчивости, вязкости и/или предельного статического напряжения сдвига жидкости, такой как буровой раствор или раствор для закачивания скважин. Автоматическая система может позволять управление ею из удаленного места и выполнять различные протоколы по отбору проб и испытаниям. Таким образом, эта система может работать без значительного физического присмотра. Такая система может быть предусмотрена и для более надежного и точного анализа, поскольку одна проба раствора может испытываться несколько раз, что позволяет системе или оператору устранять аномалии и/или неправильные считывания.

Также предпочтительно, чтобы эта система была замкнутой системой, что позволяет управлять давлением. В связи с этим управление давлением может регулироваться также точкой кипения пробы таким образом, чтобы температура, требуемая во время испытания, могла быть снижена. Замкнутая система может обеспечить и более точные измерения, а давлением можно легко управлять, корректировать, и контролировать. Соответственно, устройства измерения или компоненты измерения давления или температуры могут быть менее подвержены отрицательному воздействию во время обычной работы.

Предпочтительно, чтобы варианты осуществления настоящего описания, имеющие магнитную муфту, могли обеспечивать более точные результаты, благодаря уменьшению прихвательства уплотнения. Кроме того, поскольку испытания на вязкость, электрическую устойчивость и предельное статическое напряжение сдвига могут выполняться одновременно, может быть уменьшено время, требуемое для определения соответствующих свойств бурового раствора. Поскольку данные можно передавать, а свойства определять в реальном масштабе времени, буровые растворы на скважине можно регулировать согласно требованиям, что уменьшает общую стоимость бурения, а также потенциально уменьшает вероятность событий, приводящих к повреждению скважины, таких как выбросы.

Хотя это изобретение описано относительно ограниченного числа вариантов осуществления, специалистам в данной области понятно, что могут быть разработаны другие варианты осуществления, которые находятся в области применения изобретения, описанного в этом документе. Соответственно, область применения этого изобретения должна ограничиваться только прилагаемыми пунктами формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Анализатор флюида, содержащий
 - вискозиметр, сконфигурированный с возможностью измерения вязкости и предельного статического напряжения сдвига флюида и содержащий
 - корпус, определяющий камеру для флюида и имеющий впускное отверстие и выпускное отверстие;
 - рукав вискозиметра, расположенный в камере для флюида в корпусе;
 - подвес, расположенный в рукаве вискозиметра, при этом между рукавом вискозиметра и подвесом имеется кольцевое пространство, которое находится в гидравлической связи с камерой для флюида и, по меньшей мере, либо рукав вискозиметра, либо подвес сконфигурирован для вращения в ответ на сигнал от электронного модуля управления;
 - привод, подключенный к, по меньшей мере, рукаву вискозиметра или подвесу; и
 - измеритель крутящего момента, подключенный к рукаву вискозиметра и подвесу, рентгенолюминесцентный спектрометр, находящийся в гидравлической связи с вискозиметром и содержащий
 - испытательную камеру, содержащую
 - вводное отверстие в гидравлической связи с впускным отверстием;

задвижку, расположенную в испытательной камере, задвижка содержит полость для пробы; и спускное отверстие в гидравлической связи с выпускным отверстием; по меньшей мере один привод задвижки, подключенный к задвижке испытательной камеры, при этом задвижка установлена с возможностью перемещения между заполненным положением, в котором полость образца расположена вдоль одной оси с впускным отверстием, и испытательным положением, в котором полость образца расположена вдоль одной оси со спускным отверстием.

2. Анализатор флюида по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит магнитную муфту, установленную между подвесом и измерителем крутящего момента.

3. Анализатор флюида по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит по меньшей мере один приводной клапан, установленный вблизи впускного отверстия, и по меньшей мере один приводной клапан, установленный вблизи спускного отверстия, приводные клапаны сконфигурированы для открытия и закрытия для подачи пробы раствора в корпус и выпуска из него.

4. Анализатор флюида по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит насос, сконфигурированный для закачивания раствора в корпус и выкачивания из него.

5. Анализатор флюида по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит перемешиватель, расположенный в корпусе, при этом перемешиватель подключен к второму приводу.

6. Анализатор флюида по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит сборку зонда, размещенную в камере для флюида и содержащую электродный зонд, содержащий два электрода, расположенных с зазором между ними, диск, соединенный с вращающимся валом и расположенный в зазоре зонда, перемешиватель, соединенный с вращающимся валом на расстоянии от диска и содержащий одну или более лопастей.

7. Анализатор флюида по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит по меньшей мере одно или тепловую рубашку, или охлаждающий контур, размещенный вокруг корпуса.

8. Способ определения свойств бурового раствора с использованием анализатора флюида по п.1, в котором посредством программного приложения выполняют следующие этапы, на которых нагнетают объем бурового раствора из активной системы с флюидом в камеру для флюида в корпусе вискозиметра и в кольцевое пространство, сформированное в вискозиметре;

подают сигнал управления из отдаленного места к вискозиметру на месте буровой скважины;

проверяют сигнал управления, полученный вискозиметром;

принимают данные из вискозиметра;

обрабатывают данные, полученные из вискозиметра; и

определяют вязкость бурового раствора в вискозиметре.

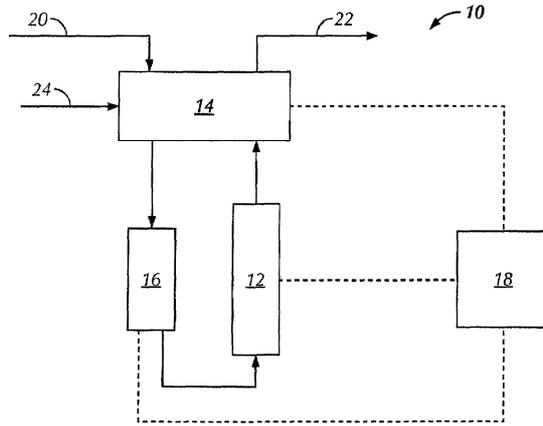
9. Способ по п.8, отличающийся тем, что сигнал управления включает в себя команды для направления бурового раствора через электрический зонд, размещенный в корпусе, при этом электрический зонд содержит зазор зонда между двумя электродами; и приложения напряжения к зазору зонда.

10. Способ по п.8, отличающийся тем, что сигнал управления включает в себя команды для вращения, по меньшей мере, рукава вискозиметра или подвеса, расположенного в рукаве вискозиметра, с точно указанной скоростью.

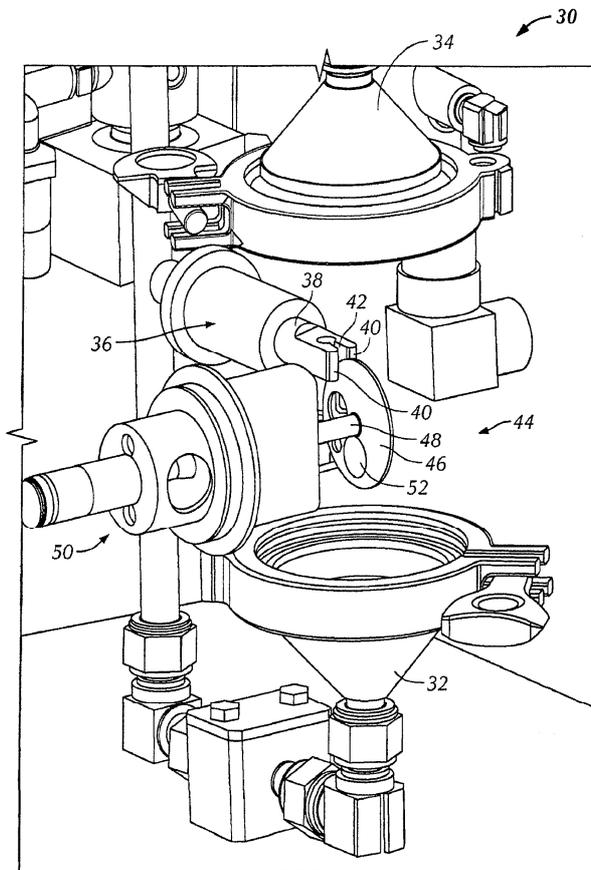
11. Способ по п.8, отличающийся тем, что дополнительно содержит команды для автоматической обработки по меньшей мере двух проб бурового раствора.

12. Способ по п.11, отличающийся тем, что свойства по меньшей мере двух проб бурового раствора обрабатывают по меньшей мере два раза.

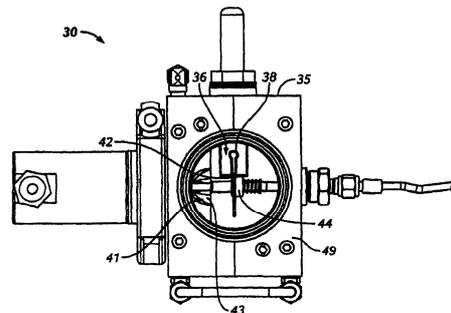
13. Способ по п.8, отличающийся тем, что свойства бурового раствора, включающие электрическую стабильность, вязкость и предельное статическое напряжение сдвига бурового раствора определяют практически в реальном времени.



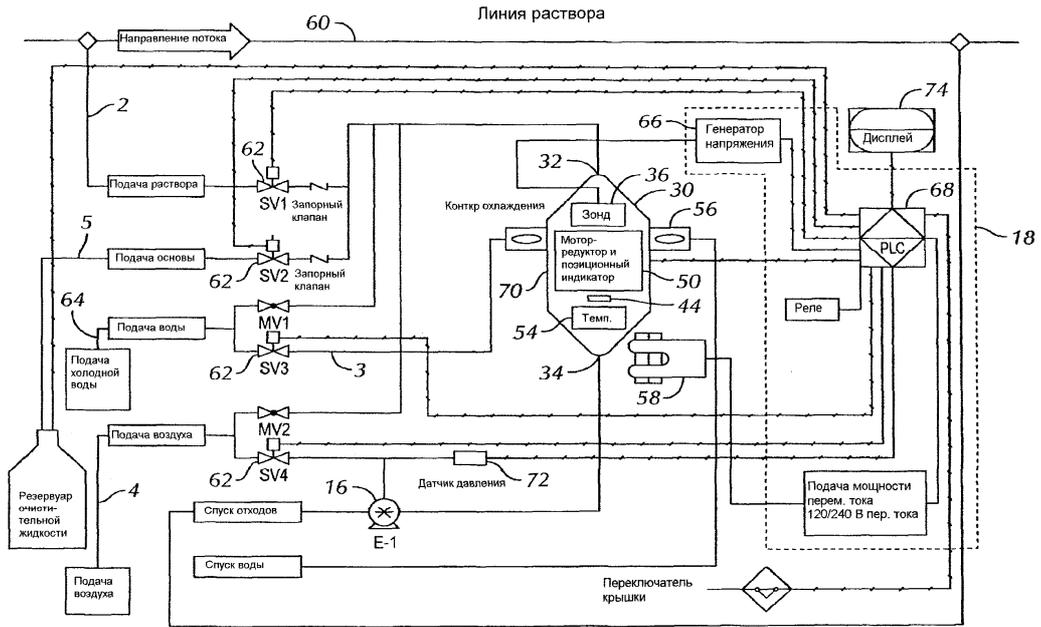
Фиг. 1



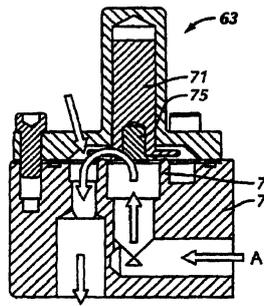
Фиг. 2



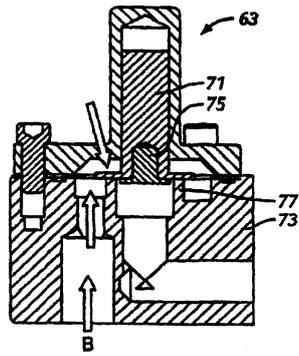
Фиг. 2А



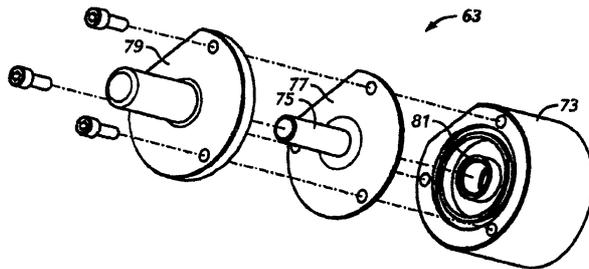
Фиг. 3



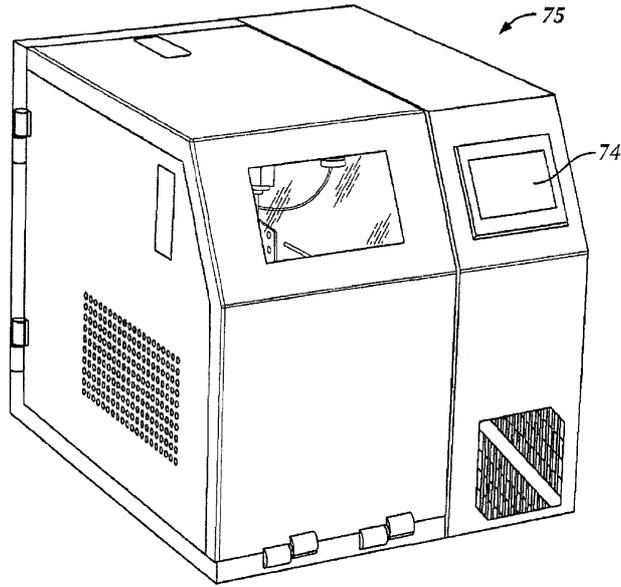
Фиг. 3А



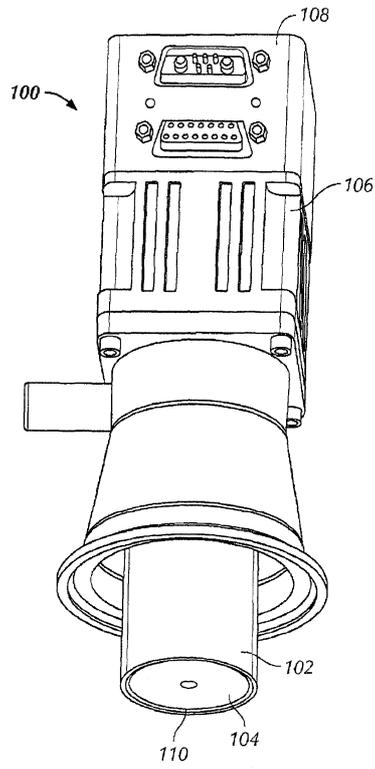
Фиг. 3В



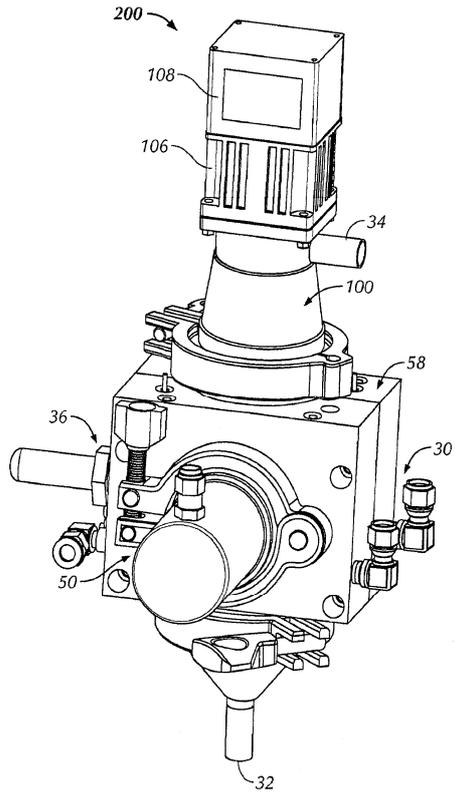
Фиг. 3С



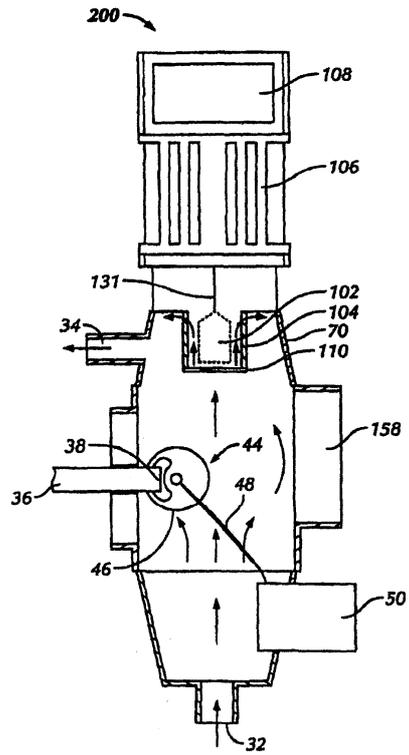
Фиг. 4



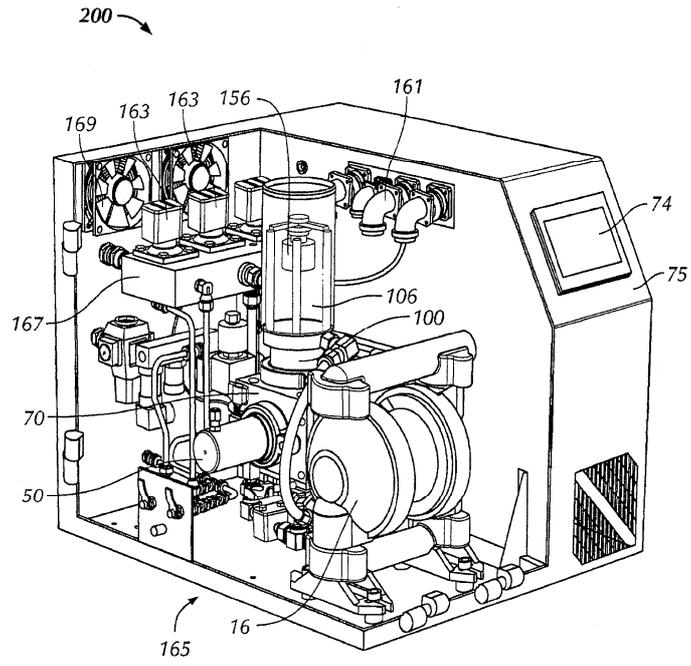
Фиг. 5



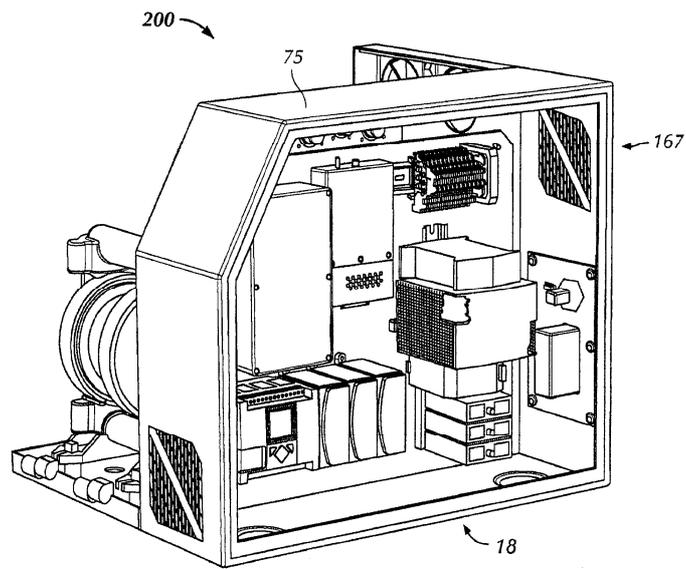
Фиг. 6А



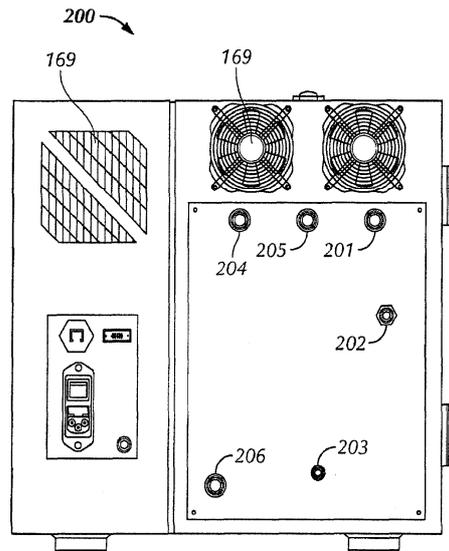
Фиг. 6В



Фиг. 7А



Фиг. 7В



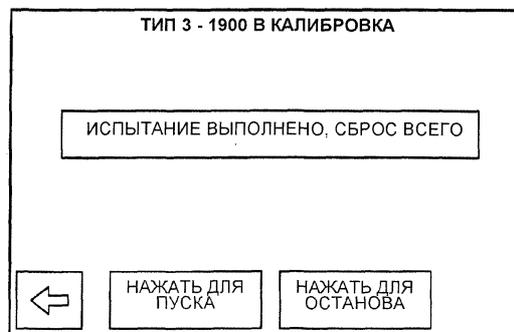
Фиг. 7С

АВТОМ. ИСПЫТАНИЕ <u>500</u>	500 В <u>501</u>	1900 В <u>502</u>
ВОЗДУШНОЕ ИСПЫТ. <u>503</u>	ВОДНОЕ ИСПЫТАНИЕ <u>504</u>	НАСТРОЙКА <u>505</u>
ОТОБРАЖЕНИЕ ДАННЫХ <u>506</u>	ОПРЕДЕЛЕНИЕ <u>507</u>	КОММУНИКАЦИИ <u>508</u>

Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

НАСТРОЙКА-СТРАНИЦА 1

ЧИСЛО ПРОФИЛЕЙ: <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ТЕМПЕРАТУРЫ: <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	
ЧИСЛО НАРАСТАНИЙ: <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	ЗАДЕРЖКА МЕЖДУ НАРАСТАНИЯМИ: <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	
ЧИСЛО ОЧИСТОК: <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	ЗАДЕРЖКА ЦИКЛА (МИНУТЫ): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	
ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ РАСТВОРА (СЕК): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	УСТАНОВКА ДАВЛЕНИЯ (БАР): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	
ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ОХЛАЖДЕНИЯ (СЕК): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПОДАЧИ ОСНОВЫ (СЕК): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	
	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНОЙ ПРОПИТКИ (СЕК) <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	

Фиг. 11

SETUP - PAGE2

УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 1 (C): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 6 (C): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>
УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 2 (C): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 7 (C): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>
УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 3 (C): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 8 (C): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>
УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 4 (C): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 9 (C): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>
УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 5 (C): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 10 (C): <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>
	ГЛАВН

Фиг. 12

ОТОБРАЖЕНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

ТИП = 0,	0/0/0,	0:00,	0 В пер. тока,	0uA,	0С
ТИП = 0,	0/0/0,	0:00,	0 В пер. тока,	0uA,	0С
ТИП = 0,	0/0/0,	0:00,	0 В пер. тока,	0uA,	0С
ТИП = 0,	0/0/0,	0:00,	0 В пер. тока,	0uA,	0С
ТИП = 0,	0/0/0,	0:00,	0 В пер. тока,	0uA,	0С

1. АВТО 2. 500 В 3. 1900 В
 4. ВОЗДУХ 5. ВОДА

Фиг. 13

СТАТУС СИСТЕМА - СТРАНИЦА 1

СКРЕБОК НЕ В ИСХОДНОМ ПОЛОЖЕНИИ	ДВИГАТЕЛЬ СКРЕБКА ЗАПУЩЕН
ДВЕРЬ ОТКРЫТА	СКРЕБОК ПО ЧАСОВОЙ СТРЕЛКЕ
НА ЭЛЕКТРОМАГНИТ РАСТВОРА ПОДАНО НАПРЯЖЕНИЕ	НА РЕЛЕ ЗОНДА ПОДАНО НАПРЯЖЕНИЕ
НА ЭЛЕКТРОМАГНИТ ОСНОВЫ ПОДАНО НАПРЯЖЕНИЕ	НА РЕЛЕ ПОДАНО НАПРЯЖЕНИЕ 500 В
НА ЭЛЕКТРОМАГНИТ ВОДЫ ПОДАНО НАПРЯЖЕНИЕ	НА РЕЛЕ ПОДАНО НАПРЯЖЕНИЕ 1900 В
НА ЭЛЕКТРОМАГНИТ ВОЗДУХА ПОДАНО НАПРЯЖЕНИЕ	

←
→

Фиг. 14

СТАТУС СИСТЕМА - СТРАНИЦА 2

ПОКАЗАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ	0
ПОКАЗАНИЕ ТОКА	0
ПОКАЗАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ	0
ПОКАЗАНИЕ ДАВЛЕНИЯ	0

←

Фиг. 15

ТИП 1 - АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ

ГЛАВН.

# ПРОФИЛИ ##	ВРЕМЯ МЕЖДУ НАРАСТАНИЯМИ ##СЕК
#НАРАСТАНИЯ ##	ВРЕМЯ ДО СЛЕДУЮЩЕГО ЦИКЛА ##### СЕК
# СКРЕБКИ ##	РАСТВОР В ОСТАЮЩ. ВРЕМЯ ##СЕК
УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ ##С	ТЕКУЩАЯ ТЕМПЕРАТУРА ###
УСТАВКА ДАВЛЕНИЯ ####фунт на кв. дюйм	ТЕКУЩЕЕ ДАВЛЕНИЕ ####фунт на кв. дюйм (PSI)
НАПРЯЖЕНИЕ ####В	ТОК ####А

КОНЕЧНАЯ СТАДИЯ ЦИКЛА ОЧИСТКИ

ПУСК
ОСТАНОВ

Фиг. 16

ТИП 2 - 500 В КАЛИБРОВКА

НАРАСТАНИЕ, ####В, ###uA

ПУСК

ОСТАН
ОВ

Фиг. 17

ГЛАВН

ТИП 3 - 1900 В КАЛИБРОВКА

НАРАСТАНИЕ, ####В, ###uA

ПУСК

ОСТАН
ОВ

Фиг. 18

ГЛАВН

НАСТРОЙКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ

ЧИСЛО ПРОФИЛЕЙ ##	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ОХЛАЖДЕНИЯ (СЕК) ###	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНОЙ ПРОГРЕВКИ (СЕК) ##
ЧИСЛО НАРАСТАНИЙ ##	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПОДАЧИ ОСНОВЫ (СЕК) ##	
ЧИСЛО ОЧИСТОК ##		
ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАСТВОРА ##СЕК	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 1 ##	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 6 ##
ВРЕМЯ ВЫДЕРЖКИ ТЕМП. ##СЕК	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 2 ##	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 7 ##
ЗАДЕРЖКА МЕЖДУ НАРАСТАНИЯМИ ##СЕК	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 3 ##	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 8 ##
ДЛЯ ИСПЫТ. ЦИКЛА (МИНУТЫ) ###	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 4 ##	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 9 ##
УСТАНОВКА ДАВЛЕНИЯ ###фунт на кв. дюйм	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 5 ##	УСТАНОВКА ТЕМПЕРАТУРЫ 10 ##

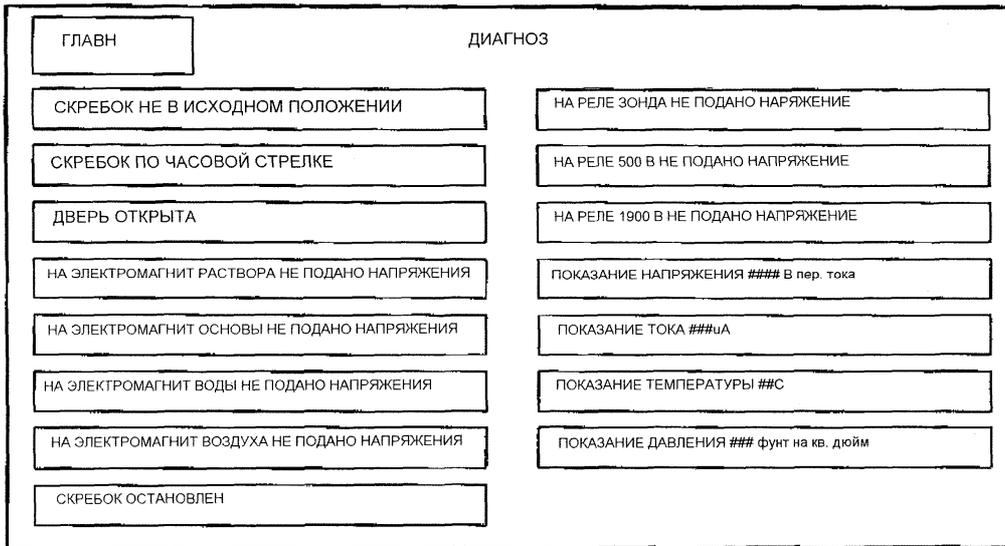
Фиг. 19

ГЛАВН

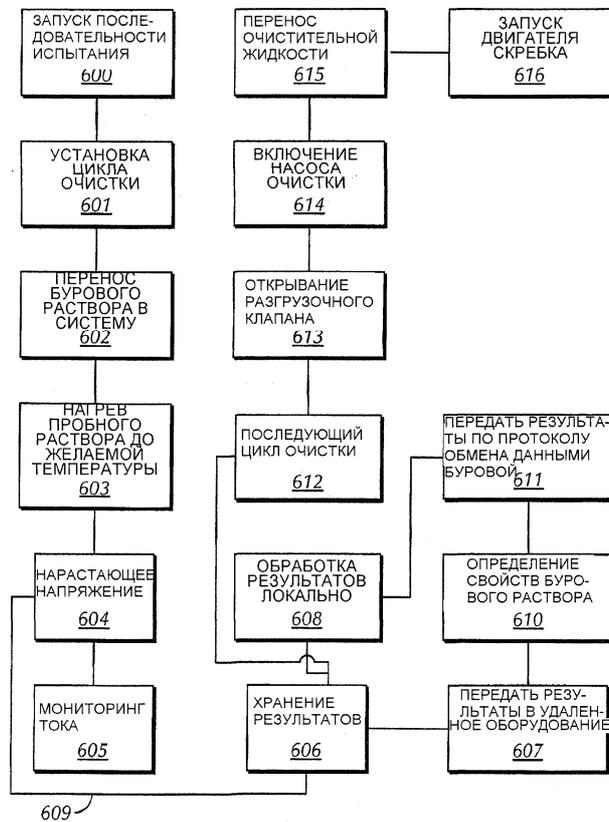
ОТОБРАЖЕНИЕ ДАННЫХ ИСПЫТАНИЯ

ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	ТИП 1 - АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	ТИП 2-500 В КАЛИБРОВКА
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	ТИП 3-1900 В КАЛИБРОВКА
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	ТИП 4-РУЧНОЕ ВОЗДУШН. ИСПЫТАНИЕ
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	ТИП 5 - АВТОМАТ. ВОДНОЕ ИСПЫТАНИЕ
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	
ТИП = #, #####, ## ##, ####VAC, ###uA, ###C	

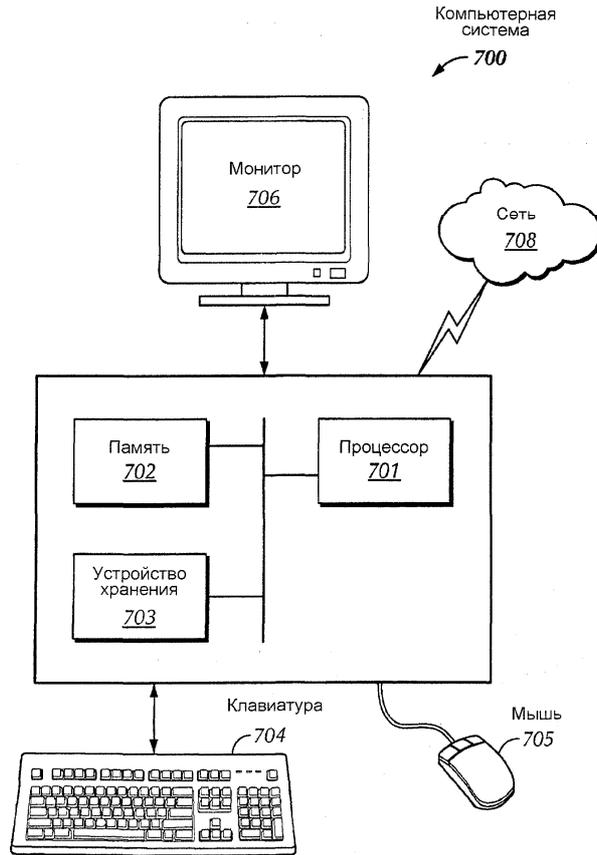
Фиг. 20



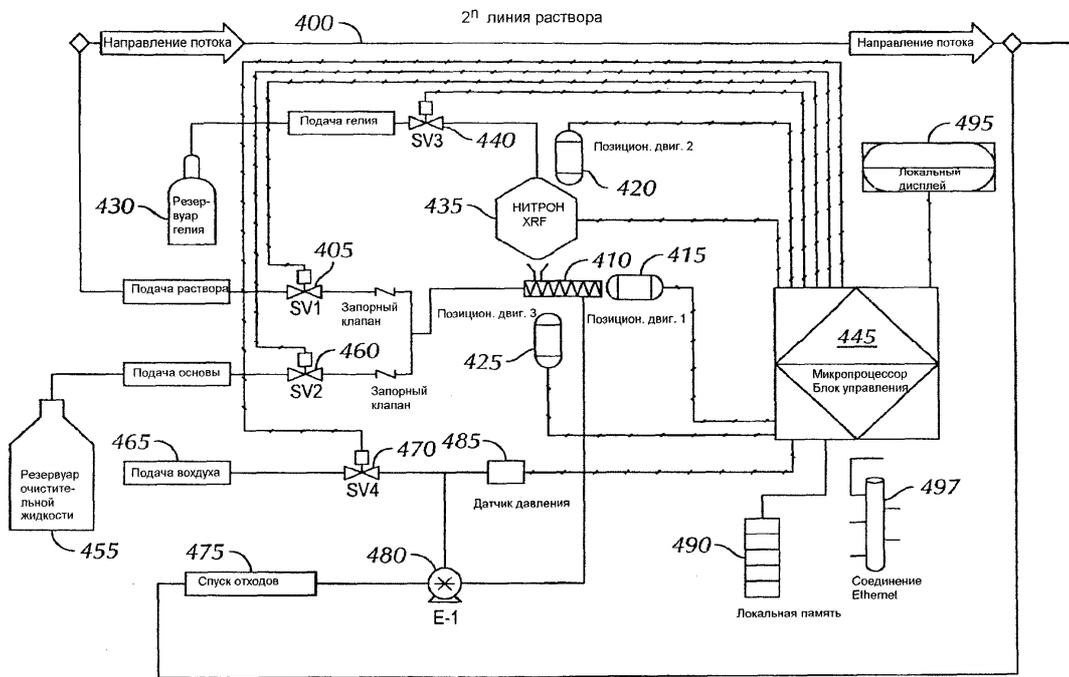
Фиг. 21



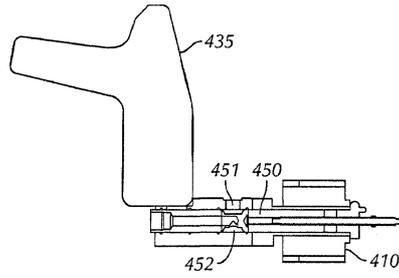
Фиг. 22



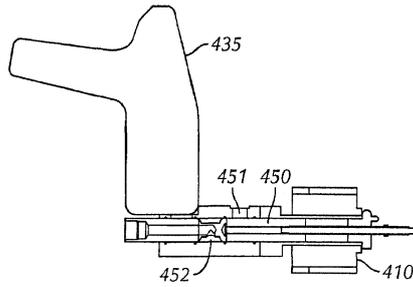
Фиг. 23



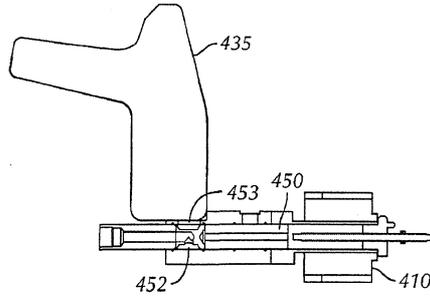
Фиг. 24



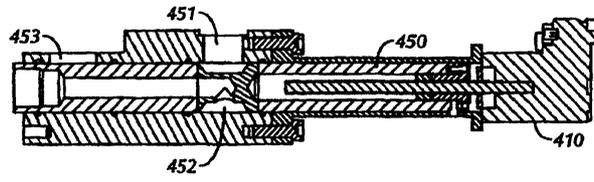
Фиг. 25А



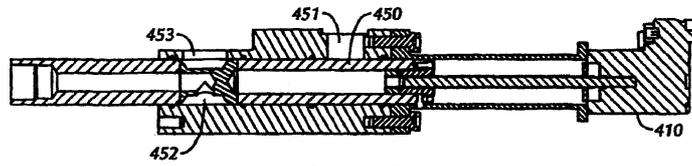
Фиг. 25В



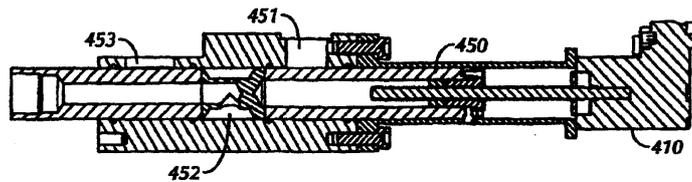
Фиг. 25С



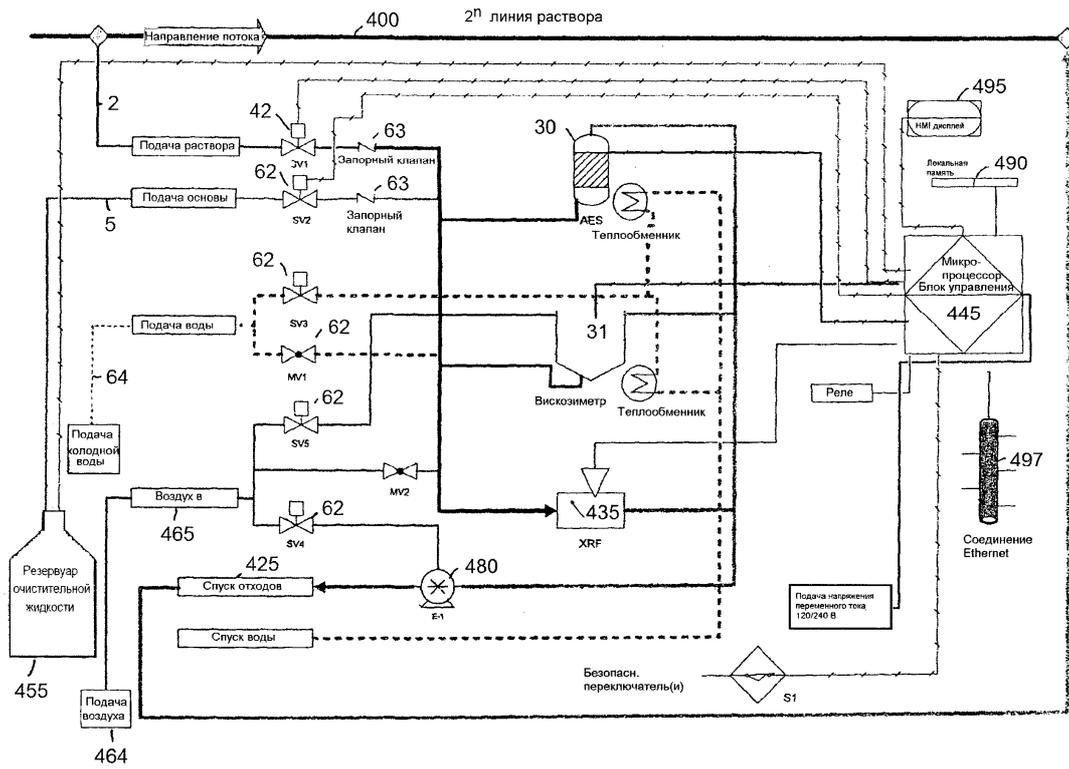
Фиг. 26А



Фиг. 26В



Фиг. 26С



Фиг. 27

