

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202490859** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.05.15

(51) Int. Cl. *E21B 23/00* (2006.01)
E21B 23/14 (2006.01)
H02P 5/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.10.10

(54) **СКВАЖИННЫЙ САМОДВИЖУЩИЙСЯ КАБЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ**

(31) **21202036.6; 21211117.3; 22180511.2**

(72) Изобретатель:
Томсен Брайан Энгельбрехт (DK)

(32) **2021.10.11; 2021.11.29; 2022.06.22**

(33) **EP**

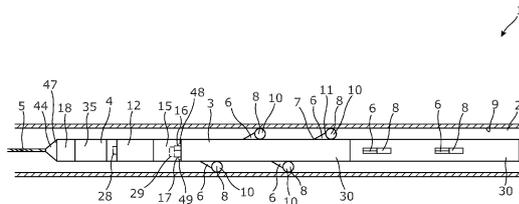
(74) Представитель:
Мадиярова А.С. (KZ)

(86) **PCT/EP2022/078044**

(87) **WO 2023/061909 2023.04.20**

(71) Заявитель:
УЕЛЛТЕК А/С (DK)

(57) Настоящее изобретение относится к способу контролирования инструментальной колонной, имеющей скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, имеющий колеса, вращаемые при помощи гидравлики и соединенные с выдвигаемыми плечевыми агрегатами, которые выдвигаются при помощи гидравлики, включающему спуск скважинного самодвижущегося кабельного инструмента в ствол скважины, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент соединен со вторым концом кабеля, и первый конец кабеля соединен с источником энергии, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент имеет корпус инструмента и множество колес, вращаемых при помощи гидравлики, и каждое колесо соединено с выдвигаемым плечевым агрегатом, выдвигающихся из корпуса инструмента под действием гидравлической жидкости из первого гидравлического насоса, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент имеет электродвигатель, вращающийся с рабочей скоростью вращения для приведения в действие насоса; подачу электропитания на скважинный самодвижущийся кабельный инструмент для работы скважинного самодвижущегося кабельного инструмента на первой скорости для принудительного продвижения скважинного самодвижущегося кабельного инструмента через ствол скважины с первым усилием; определение выходного крутящего момента электродвигателя; определение максимально допустимой скорости вращения двигателя на основе выходного крутящего момента двигателя; и сравнение рабочей скорости вращения с максимально допустимой скоростью вращения двигателя, причем способ также включает регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя на основе сравнения с целью регулирования первой скорости до второй скорости, если рабочая скорость вращения выше, чем максимально допустимая скорость вращения двигателя. Изобретение также касается скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом, который выполнен с возможностью выполнения способа.



202490859

A1

A1

202490859

СКВАЖИННЫЙ САМОДВИЖУЩИЙСЯ КАБЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ
ПРИВОДОМ

Описание

5 Настоящее изобретение относится к способу контролирования инструментальной колонной, имеющей скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, имеющий колеса, вращаемые при помощи гидравлики и соединенные с выдвигаемыми плечевыми агрегатами, которые выдвигаются при помощи гидравлики. Изобретение также касается скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом, который выполнен с возможностью выполнения способа.

10

Внутрискважинное вмешательство осуществляют по разным причинам для выполнения таких операций, как вытягивание втулки, фрезеровка ниппеля, вытягивание или установка заглушки. Внутрискважинное вмешательство часто запитывается через кабель, и рабочий инструмент продвигают вглубь скважины при помощи самодвижущегося кабельного инструмента для затягивания кабеля, когда рабочий инструмент движется через труднодоступную, отклоняющуюся или горизонтальную часть скважины в позицию, в которой должна производиться операция. С целью обеспечения возможности достаточной тяговой силы для затягивания кабеля далеко вглубь скважины самодвижущийся кабельный инструмент выполняют как инструмент с гидравлическим приводом, имеющий колеса на колесных рычагах, причем каждое колесо приводят в движение гидравлическим двигателем в колесе, и колесо прижимают к стенке обсадной колонны или ствола скважины также при помощи гидравлики. Такие самодвижущиеся кабельные инструменты с гидравлическим приводом обеспечивают большую тяговую силу по сравнению с самодвижущимися кабельными инструментами с электрическим приводом, но их недостатком является неспособность обеспечивать такую скорость, как в случае самодвижущихся кабельных инструментов с электрическим приводом.

30 Для того, чтобы самодвижущийся кабельный инструмент с гидравлическим приводом был способен развивать большую скорость, гидравлическую секцию самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом развивали несколькими путями. Одно решение состоит в том, что передняя часть колес с гидравлическим приводом была отсоединена, чтобы вся гидравлическая мощность использовалась для приведения в действие остальных колес с целью увеличения скорости, как известно из документа WO2017/142415. Такое решение ограничивается двумя режимами и, таким образом, двумя скоростями: первым

35

режимом, в котором лишь некоторые из колес приводятся в действие гидравлической жидкостью, а другие колеса отсоединены, и режимом полной силы, в котором все колеса приводятся в действие гидравлической жидкостью, но с очень низкой скоростью. В документе WO2019/004834 предлагается гидравлическая секция с обводной запитывающей линией, также с целью обвода передней части гидравлических колес вместо отсоединения передней части, что, таким образом, является попыткой ускорения самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом, но только с низкой тяговой силой; когда требуется большая тяговая сила, обвод некоторых колес прекращают, и в таком случае скорость самодвижущегося кабельного инструмента уменьшается до очень низкой. Для обеспечения возможности лучшего контроля за нагрузкой на долото в документе WO2018/067018 предусмотрена гидравлическая секция с клапаном установки давления, который выполнен с возможностью подачи избыточной гидравлической жидкости в первую подающую гидравлическую линию для выталкивания колес наружу во вторую подающую гидравлическую линию для приведения в действие гидравлических двигателей в колесах для повышения скорости скважинного трактора. Однако подача избыточной гидравлической жидкости для выталкивания колес наружу к потоку текучей среды для создания вращательного усилия снижает максимальную тяговую силу. Несмотря на отдельные усилия по разработке более быстрого самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом при помощи контролируемой гидравлической секции, такой самодвижущийся кабельный инструмент с гидравлическим приводом либо ограничивается двумя режимами, либо снижает максимальную тяговую силу.

Недостатком самодвижущегося кабельного инструмента с электрическим приводом является отсутствие возможности обеспечивать достаточную тяговую силу для самодвижущегося кабельного инструмента с электрическим приводом для труднодоступных, отклоняющихся или горизонтальных частей скважины и невозможность выполнения операций в этих частях, поскольку самодвижущийся кабельный инструмент с электрическим приводом не может затягивать кабель в такие места. Таким образом, предпринимались попытки изготовления самодвижущегося кабельного инструмента частично с гидравлическим приводом и частично с электрическим приводом, но пока без подтверждения их успешности.

Задачей настоящего изобретения является полное или частичное преодоление вышеуказанных недостатков и изъянов уровня техники. Более конкретно, целью является создание улучшенного способа контролирования скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом, способного

развивать большую скорость без снижения максимальной тяговой силы.

5 Дополнительной целью является обеспечение усовершенствованного способа контролирования скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом, который способен обеспечивать максимально возможную тяговую силу при ограничении тока в кабеле без снижения способности к быстрому перемещению.

10 Вышеуказанные задачи вместе с многочисленными другими задачами, преимуществами и признаками, которые станут явными из приведенного ниже описания, достигаются с помощью решения в соответствии с настоящим изобретением благодаря способу контролирования инструментальной колонной, имеющей скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, имеющий колеса, вращаемые при помощи гидравлики и соединенные с выдвигаемыми плечевыми агрегатами, которые выдвигаются при помощи гидравлики, включающему:

15 - спуск скважинного самодвижущегося кабельного инструмента в ствол скважины, причем скважинный самодвижущийся кабельный инструмент соединен со вторым концом кабеля, и первый конец кабеля соединен с источником энергии, причем скважинный самодвижущийся кабельный инструмент имеет корпус инструмента и множество колес, вращаемых при помощи гидравлики, и каждое колесо соединено с выдвигаемым плечевым агрегатом, выдвигающихся из корпуса инструмента под действием гидравлической жидкости из первого гидравлического насоса, причем скважинный самодвижущийся кабельный инструмент имеет электродвигатель, вращающийся с рабочей скоростью вращения для приведения в действие первого насоса,

20 - определение максимально допустимого потребления электрической мощности кабельного инструмента,

25 - подачу электропитания на скважинный самодвижущийся кабельный инструмент для работы скважинного самодвижущегося кабельного инструмента на первой скорости для принудительного продвижения скважинного самодвижущегося кабельного инструмента через ствол скважины с первым усилием,

30 - определение первой максимально допустимой рабочей скорости вращения электродвигателя на основе максимально допустимого потребления электрической мощности при первом заданном выходном крутящем моменте электродвигателя,

35 - определение выходного крутящего момента электродвигателя, и

- сравнение, превышает ли рабочая скорость вращения максимально допустимую рабочую скорость вращения электродвигателя при определенном выходном крутящем моменте двигателя,

причем способ также включает регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя на основе сравнения с целью регулирования первой скорости до второй скорости, если рабочая скорость вращения выше, чем максимально допустимая скорость вращения двигателя.

5

Таким образом, обеспечивается очень простой способ регулирования скорости скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом, поскольку регулируется только двигатель, а более сложная гидравлическая секция не регулируется для смены скорости скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом.

10

При эксплуатации кабельного инструмента кабельный инструмент функционирует с мощностью, ограниченной количеством мощности, которая может быть доставлена через кабель. Определение максимально допустимого потребления электрической мощности кабельного инструмента позволяет гарантировать работу кабельного инструмента с мощностью, не превышающей пределы мощности, установленные кабелем и/или кабельным инструментом.

15

Кроме того, наличие максимально допустимого потребления электрической мощности кабельного инструмента позволяет определять первую максимально допустимую рабочую скорость вращения электродвигателя при заданном выходном крутящем моменте двигателя. Таким образом, при работе двигателя с первой скоростью применение максимально допустимой электрической мощности может быть использовано для нахождения предела величины крутящего момента двигателя, которую он может иметь при заданной скорости двигателя.

20

25

Определение выходного крутящего момента электродвигателя во время работы позволяет увидеть, превышает ли максимально допустимая скорость вращения предел при определенном выходном крутящем моменте двигателя. Это возможно путем сравнения, превышает ли рабочая скорость вращения максимально допустимую рабочую скорость вращения электродвигателя при определенном выходном крутящем моменте двигателя, и если способ позволяет регулировать рабочую скорость вращения, чтобы гарантировать, что рабочая скорость вращения не превышает максимальную рабочую скорость вращения при определенном выходном крутящем моменте двигателя.

30

35

Таким образом, гарантируется, что самодвижущийся кабельный инструмент может регулировать скорость его двигателя во время применения, чтобы гарантировать,

- что электродвигатель функционирует в пределах мощности кабеля. Таким образом, способ позволяет эксплуатировать кабельный инструмент в пределах максимально допустимого потребления электрической мощности, таким образом, чтобы компоненты кабельного инструмента были защищены от работы за пределами их рабочих характеристик.
- 5
- Способ также может включать непрерывное определение выходного крутящего момента двигателя на основе измерений электрических фаз электродвигателя путем вычислений.
- 10
- Способ также может включать вычисление максимально допустимой рабочей скорости вращения электродвигателя путем использования каждого определенного выходного крутящего момента двигателя.
- 15
- Максимально допустимое потребление электрической мощности (эффект) определяется максимально допустимым током, который может течь по кабелю при заданном напряжении и/или неизменном напряжении, и путем определения определенного (фактического) выходного крутящего момента двигателя максимальный эффект делят на фактический выходной крутящий момент двигателя, в результате чего получают максимально допустимую рабочую скорость вращения электродвигателя.
- 20
- Если рабочая скорость вращения электродвигателя выше, чем максимально допустимая рабочая скорость вращения электродвигателя, рабочая скорость вращения электродвигателя может быть снижена, а если рабочая скорость вращения электродвигателя ниже, чем максимально допустимая рабочая скорость вращения электродвигателя, рабочая скорость вращения электродвигателя может быть повышена.
- 25
- Способ также может включать определение второй максимально допустимой рабочей скорости вращения электродвигателя на основе максимально допустимого потребления электрической мощности при втором заданном выходном крутящем моменте электродвигателя.
- 30
- Способ подобным образом также может включать определение третьей, четвертой или последующей максимально допустимой рабочей скорости вращения электродвигателя на основе максимально допустимого потребления электрической мощности при третьем, четвертом или последующем заданном выходном крутящем

моменте электродвигателя.

Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать датчик давления, непрерывно измеряющий второе давление текучей среды второй текучей среды для вращения колес и гидравлическую секцию, включающую первый контролируемый клапан, контролирующий первое давление текучей среды для выдвигания плечевых агрегатов в зависимости от второго давления текучей среды.

Гидравлическая секция может лишь регулировать первый контролируемый клапан для контроля первого давления текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды и таким образом оптимизировать подачу достаточной мощности для выдвигания колесных рычагов, но не более, чем требуется. Скорость скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом, таким образом, непрерывно регулируют, используя всю доступную мощность, т. е., ниже предельного тока, для продвижения с максимальной скоростью или с требуемым усилием и соответствующей максимально допустимой скоростью, и скважинный самодвижущийся кабельный инструмент с гидравлическим приводом способен обеспечивать продвижение с максимальной скоростью до повышения усилия для протягивания кабеля до первого усилия на кривой предела мощности, когда при превышении этого первого усилия скорость и, таким образом, скорость вращения электродвигателя, требует снижения, чтобы не был превышен предельный ток. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент с гидравлическим приводом, таким образом, контролирует себя для непрерывного регулирования своей скорости до максимума без превышения предельного тока кабеля.

Благодаря наличию первого контролируемого клапана, контролирующего первое давление текучей среды в зависимости от второго давления, непрерывный контроль скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом еще более оптимизируется, чтобы обеспечить, что мощность впустую не расходуется на выдвигание плечевых агрегатов наружу в направлении стенки скважины сверх потребности для оптимального функционирования между колесами и стенкой для продвижения вперед скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом.

Кроме того, регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя на основе сравнения может выполняться независимо от любых условий кабеля, таких как затяжка кабеля, натяжение кабеля или сопротивление кабеля.

Кроме того, регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя на основе сравнения может выполняться независимо от любых условий насоса, таких как расход насоса, давление насоса или длина хода поршня.

- 5 Кроме того, регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя на основе сравнения может выполняться независимо от любых условий скорости скважинного самодвижущегося кабельного инструмента.

10 Кроме того, первая скорость скважинного самодвижущегося кабельного инструмента может быть отрегулирована до второй скорости путем регулирования рабочей скорости вращения электродвигателя.

15 Кроме того, способ также может включать определение рабочей скорости вращения электродвигателя.

Дополнительно, определение выходного крутящего момента электродвигателя может выполняться путем измерения тока по трем фазам в электродвигателе.

20 Кроме того, способ также может включать измерение потребления тока / входного тока электродвигателя и измерение входного напряжения электродвигателя.

25 Кроме того, определение максимально допустимой скорости двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя может зависеть от измеренного тока и измеренного напряжения электродвигателя.

30 Кроме того, путем измерения фактического потребления тока и напряжения для электродвигателя максимально допустимую скорость двигателя определяют с большей точностью, поскольку эффективность электродвигателя колеблется в зависимости от рабочей скорости вращения электродвигателя. Таким образом, при высокой скорости вращения потребление тока является меньшим, чем при низкой скорости вращения, для такого же выхода энергии, и максимальная мощность, таким образом, может быть изменена до несколько большего значения при высокой скорости вращения, чем в случае, если предполагается неизменная максимальная мощность.

35 Кроме того, регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя может зависеть от измеренного потребления тока электродвигателем или расчетной нагрузки на электродвигатель.

Кроме того, регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя может выполняться непрерывно.

- 5 Кроме того, потребление электродвигателем тока может быть измерено моторным приводом у электродвигателя или в электродвигателе.

Дополнительно, определение максимально допустимой скорости вращения двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя также может быть выполнено на основе заданного значения для максимальной мощности или максимального тока.

Кроме того, каждое колесо может включать гидравлический двигатель для вращения колеса для обеспечения самостоятельного перемещения, причем каждое колесо соединено с концом второго плеча одного из выдвигаемых плечевых агрегатов, множество выдвигаемых плечевых агрегатов, подвижно соединенных на конце первого плеча с корпусом инструмента и выдвигающихся из корпуса инструмента под действием первой текучей среды, оказывающей первое давление текучей среды, и скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, также включающий датчик давления, непрерывно измеряющий первое давление текучей среды.

Кроме того, каждый гидравлический двигатель может быть приведен в действие второй текучей средой, имеющей второе давление текучей среды от первого гидравлического насоса или второго гидравлического насоса, приводимого в действие электродвигателем.

Кроме того, регулирование скорости вращения электродвигателя может осуществляться в зависимости от первого давления текучей среды.

30 Кроме того, способ также может включать контролирование первого давления текучей среды в зависимости от второго давления при помощи первого контролируемого клапана в гидравлической секции скважинного самодвижущегося кабельного инструмента.

35 Кроме того, способ также может включать измерение скорости вращения электродвигателя.

Дополнительно, способ также может включать определение нагрузки на двигатель в

зависимости от выходного крутящего момента.

Кроме того, гидравлическая секция может включать первый датчик давления, непрерывно измеряющий второе давление второй текучей среды, и регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя может выполняться в зависимости от второго давления текучей среды.

К тому же, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать инструмент механической обработки для выполнения операции механической обработки и сжимающий переводник, который сжимает датчик нагрузки, смежный с инструментом механической обработки.

Кроме того, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать инструмент для геофизического исследования, и рабочая скорость вращения может быть установлена на заданную постоянную рабочую скорость вращения электродвигателя.

Кроме того, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать рабочий инструмент, имеющий долото для выполнения в скважине операции, такой как фрезеровка, и способ также может включать измерение второго давления текучей среды и оценку нагрузки на долото (WOB), сравнение оценочной нагрузки на долото с заданной нагрузкой на долото и регулирование второго давления текучей среды на основе сравнения.

Кроме того, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать сжимающий переводники рабочий инструмент, имеющий долото, для выполнения в скважине операции, такой как фрезеровка, и способ также может включать измерение нагрузки на долото при помощи сжимающего переводника, сравнение измеренной нагрузки на долото с заданной нагрузкой на долото и регулирование второго давления текучей среды на основе сравнения.

Дополнительно, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать второй гидравлический насос для создания первого давления текучей среды для выдвигания множества выдвигаемых плечевых агрегатов.

Кроме того, гидравлическая секция также может включать второй контролируемый клапан, контролирующей второе давление текучей среды.

К тому же, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать компенсатор для обеспечения заданного избыточного давления в инструменте.

5 Кроме того, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать поверхностный считывающий модуль для сообщения измеренных параметров инструмента, таких как первое давление текучей среды, второе давление текучей среды, рабочая скорость вращения электродвигателя или выходной крутящий момент двигателя, на поверхность.

10

Кроме того, электродвигатель может включать моторный привод, измеряющий рабочую скорость вращения электродвигателя.

15 К тому же, электрический блок управления может быть выполнен с возможностью определения выходного крутящего момента электродвигателя.

Дополнительно, электрический блок управления может включать конденсатор, функционирующий в качестве накопителя энергии или аккумулятора.

20 Кроме того, гидравлическая секция также может включать второй датчик давления.

К тому же, контролируемый(е) клапан(ы) может (могут) быть контролируемым(и) клапаном(ами) сброса давления.

25 Изобретение также относится к инструментальной колонне, включающей два скважинных самодвижущихся кабельных инструмента, смонтированных как одна кабельная инструментальная колонна, в которой каждый скважинный самодвижущийся кабельный инструмент имеет отдельный электрический блок управления, отдельный электродвигатель, один или два отдельных гидравлических насоса, отдельную гидравлическую секцию и одну или несколько отдельных приводных секций.

30 Изобретение также относится к инструментальной колонне, включающей первый скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, включающий:

- 35
- корпус инструмента,
 - электродвигатель, функционирующий со скоростью вращения и запитываемый через кабель,
 - множество выдвигаемых плечевых агрегатов, подвижно соединенных на конце

- первого плеча с корпусом инструмента и выдвигающихся от корпуса инструмента под действием первой текучей среды, оказывающей первое давление текучей среды,
- множество колес для контактирования со стенками скважины, причем каждое колесо включает гидравлический двигатель для вращения колеса для обеспечения самостоятельного перемещения, причем каждое колесо соединено с концом второго плеча одного из плечевых агрегатов,
- 5
- первый гидравлический насос, приводимый в действие электродвигателем для создания второго давления текучей среды второй текучей среды для приведения в действие гидравлического(их) двигателя(ей), вращающего(их) колесо(а), и
- 10
- первый датчик давления, а непрерывно измеряющий второе давление текучей среды,
- причем скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также включает гидравлическую секцию, включающую первый контролируемый клапан, контролирующей первое давление текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды,
- 15
- причем инструментальная колонна также включает второй скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, включающий:
- корпус инструмента,
 - второй электродвигатель, функционирующий со скоростью вращения и
- 20
- запитывающийся через кабель,
 - множество выдвигаемых плечевых агрегатов, подвижно соединенных на конце первого плеча с корпусом инструмента и выдвигающихся от корпуса инструмента под действием третьего потока текучей среды, имеющего третье давление текучей среды,
- 25
- множество колес для контактирования со стенками скважины, причем каждое колесо включает гидравлический двигатель для вращения колеса для обеспечения самостоятельного перемещения, причем каждое колесо соединено с концом второго плеча одного из плечевых агрегатов,
 - по меньшей мере один второй гидравлический насос, приводимый в действие
- 30
- вторым электродвигателем для создания четвертого давления текучей среды четвертой текучей среды для приведения в действие гидравлического(их) двигателя(ей), вращающего(их) колесо(а), и
 - датчик давления, непрерывно измеряющий четвертое давление текучей среды,
- 35
- причем второй скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также включает вторую гидравлическую секцию, включающую третий контролируемый клапан, контролирующей третье давление текучей среды на основе четвертого давления текучей среды, причем первый скважинный самодвижущийся кабельный инструмент на одном конце соединен с кабелем, а на другом конце со вторым скважинным

самодвижущимся кабельным инструментом.

Кроме того, этап спуска может включать спуск первого и второго скважинных самодвижущихся кабельных инструментов в ствол скважины, этап подачи электропитания может включать подачу электропитания на первый и второй скважинные самодвижущиеся кабельные инструменты для функционирования первого и второго скважинных самодвижущихся кабельных инструментов с первой скоростью для продвижения инструментальной колонны через ствол скважины с первым усилием, этап определения может включать определение выходного крутящего момента двигателя первого и второго электродвигателей, этап определения может включать определение максимально допустимой скорости вращения двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя первого и второго электродвигателей, и этап сравнения может включать сравнение рабочей скорости вращения первого и второго электродвигателей с максимально допустимой скоростью вращения двигателя, причем этап регулирования может включать регулирование рабочей скорости вращения первого и второго электродвигателей на основе сравнения с целью регулирования первой скорости до второй скорости, если рабочая скорость вращения выше, чем максимально допустимая скорость вращения двигателя.

К тому же, каждый электродвигатель также может включать блок ограничения мощности или тока для того, чтобы распределять первую часть тока от кабеля для запитывания первого электродвигателя и вторую часть тока для запитывания второго электродвигателя.

Дополнительно, первый и второй скважинные самодвижущиеся кабельные инструменты могут находиться в параллельном электрическом соединении.

Кроме того, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать блок распределения тока для того, чтобы распределять первую часть тока от кабеля для запитывания первого электродвигателя и вторую часть тока для запитывания второго электродвигателя.

К тому же, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент может включать блок распределения тока вместо блоков ограничения мощности для того, чтобы распределять первую часть тока от кабеля для запитывания первого электродвигателя и вторую часть тока для запитывания второго электродвигателя.

Наконец, настоящее изобретение относится к скважинному самодвижущемуся кабельному инструменту с гидравлическим приводом, который выполнен с возможностью выполнения вышеописанного способа.

5 Изобретение и его многочисленные преимущества будут описаны более подробно ниже со ссылкой на прилагаемые схематические чертежи, на которых в целях иллюстрации показаны некоторые не ограничивающие варианты осуществления, и среди которых:

10 Фигура 1 показывает скважинный самодвижущийся кабельный инструмент в соответствии с изобретением, имеющий две колесных секции, приводимых в действие одним электродвигателем и одним гидравлическим насосом,

15 Фигура 2 показывает еще один скважинный самодвижущийся кабельный инструмент в соответствии с изобретением, имеющий две колесных секции, приводимых в действие одним электродвигателем и двумя гидравлическими насосами,

20 Фигура 3 показывает еще один скважинный самодвижущийся кабельный инструмент в соответствии с изобретением, имеющий две колесных секции, причем каждая колесная секция приводится в действие одним электродвигателем и одним гидравлическим насосом,

25 Фигура 4 показывает еще один скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, включающий сжимающий переводники рабочий инструмент для выполнения операции в скважине, такой как фрезеровка долотом,

30 Фигура 5 показывает способ контроля скважинного самодвижущегося кабельного инструмента в соответствии с настоящим изобретением с некоторыми необязательными этапами,

Фигура 6 показывает еще один способ контроля скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с некоторыми необязательными этапами выполнения операции в скважине,

35 Фигура 7 показывает еще один способ контроля скважинного самодвижущегося кабельного инструмента, и

Фигура 8 показывает график кривой мощности, касающийся тяговой силы и скорости

инструмента.

Все фигуры являются очень схематичными и не обязательно выполнены в масштабе, при этом на них показаны только те детали, которые необходимы для пояснения изобретения, тогда как другие детали опущены или всего лишь подразумеваются.

Фигура 1 показывает скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 для продвижения инструмента вперед в стволе скважины 2 и потенциально также для обеспечения нагрузки на долото 39 во время выполнения операции, как показано в инструменте 1 на Фигуре 2. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 включает корпус инструмента 3 и электродвигатель 4, работающий с рабочей скоростью вращения и запитываемый через кабель 5. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает множество выдвигаемых плечевых агрегатов 6, подвижно соединенных на конце первого плеча 7 с корпусом инструмента 3 и выдвигающихся от корпуса инструмента 3 под действием первой текучей среды, оказывающей первое давление текучей среды, и множество колес 8 для контакта со стенкой 9 скважины. Каждое колесо 8 включает гидравлический двигатель 10 для вращения колеса 8 для обеспечения самостоятельного перемещения, причем каждое колесо 8 соединено с концом второго плеча 11 одного из выдвигаемых плечевых агрегатов 6, таким образом, чтобы колесо зацеплялось со стенкой при выдвигении плеча. Электродвигатель 4 выполнен с возможностью приведения в действие путем вращения первого гидравлического насоса 12 для создания второго давления текучей среды для приведения в действие гидравлического(их) двигателя(ей) 10, вращающего(их) колесо(а) 8. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 соединен со вторым концом 47 кабеля 5, причем первый конец кабеля соединен с источником энергии (не показан) на поверхности земли или воды. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает электрический блок управления 18 и кабельную головку 44 для соединения инструмента с кабелем 5. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает гидравлическую секцию 15 для контролирования потока текучей среды от насоса 12 на колеса 8 и плечевые агрегаты 6.

На Фигуре 1 электрический блок управления 18 контролирует скорость вращения электродвигателя 4 и, таким образом, также скорость вращения насоса, а также скорость перемещения скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 вдоль продольной протяженности скважины, когда насос создает поток жидкости в колесах 8. В начале скважины, в ближайшем к устью скважины месте, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 требует очень малого усилия для

затягивания кабеля 5 вместе с инструментом, но по мере продвижения скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 вглубь скважины инструмент 1 требует все большего усилия для затягивания кабеля 5. С увеличением требуемого усилия колеса 8 требуют большего давления для вращения, и насос 12, таким образом, требует большего вращательного усилия, т. е., выходного крутящего момента двигателя, от двигателя 4. Кабели, применяемые для операций вмешательства, в которых применяют такой скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1, рассчитаны на максимальный предельный ток в зависимости от длины кабеля или других параметров кабеля. Таким образом, важно, чтобы этот предел тока не был превышен. При известном напряжении, либо предполагаемом, либо измеренном, известен также предел мощности P операции, и этот предел мощности P показан на Фигуре 8. Предел мощности также следует понимать как максимально допустимое потребление электрической мощности кабельного инструмента. При увеличении выходного крутящего момента двигателя потребление тока соответственно увеличивается, и по достижении предела скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 требует уменьшения его скорости, т. е., движения вдоль кривой предела мощности на Фигуре 8. При эксплуатации скважинного самодвижущегося кабельного инструмента на низкой скорости максимальное усилие, доступное, например, для затягивания кабеля, является очень высоким; однако, если такое высокое усилие не используется в полной мере, первое давление, при котором выдвигающиеся плечи и, таким образом, колеса, прижимаются к внутренней поверхности обсадной колонны / трубчатой металлической конструкции скважины, может быть чрезмерно высоким, что вызывает излишний износ колес. Подобным образом при эксплуатации скважинного самодвижущегося кабельного инструмента без приложения значительного усилия, например, для затягивания кабеля, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент может перемещаться с высокой скоростью; однако, если скважинный самодвижущийся кабельный инструмент на высокой скорости наталкивается на препятствие, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент может остановиться или подвергнуться существенному повреждению. Таким образом, способ может включать этапы снижения второго давления текучей среды и/или первого давления текучей среды во избежание излишнего износа колес или остановки.

На Фигуре 5 представлен способ 100 для контролирования инструментальной колонны, имеющей скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1. Способ включает спуск 110 скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 в ствол скважины 2, подачу 120 электропитания на скважинный самодвижущийся кабельный инструмент для работы скважинного самодвижущегося кабельного

инструмента на первой скорости для принудительного продвижения скважинного
самодвижущегося кабельного инструмента через ствол скважины 2 с первым
усилием, определение 130 выходного крутящего момента электродвигателя 4,
определение 140 максимально допустимой скорости вращения двигателя в
5 зависимости от выходного крутящего момента двигателя с целью сравнения 150
рабочей скорости вращения с максимально допустимой скоростью вращения
двигателя, а затем регулирование 160 рабочей скорости вращения электродвигателя
4 на основе сравнения с целью регулирования первой скорости до второй скорости,
если рабочая скорость вращения выше, чем максимально допустимая скорость
10 вращения двигателя.

Таким образом, обеспечивается очень простой способ регулирования скорости
скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом
1, поскольку регулируется только электродвигатель 4, а более сложная
15 гидравлическая секция 15 не регулируется для смены скорости скважинного
самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом 1.
Регулирование электродвигателя также быстрее влияет на скорость, поскольку
регулирование гидравлики всегда выполняется медленнее, чем электронное
регулирование.

20 Скорость скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 с
гидравлическим приводом, таким образом, непрерывно регулируют, используя всю
доступную мощность в случае необходимости, т. е., ниже предельного тока, для
продвижения с максимальной скоростью или с требуемым усилием и
25 соответствующей максимально допустимой скоростью. Скважинный самодвижущийся
кабельный инструмент 1 с гидравлическим приводом способен обеспечивать
продвижение с максимальной скоростью до повышения усилия, необходимого для
протягивания кабеля до первого усилия F1 на кривой предела мощности (как
показано на Фигуре 8), когда при превышении этого первого усилия F1 скорость и,
30 таким образом, скорость вращения электродвигателя 4, требует снижения, чтобы не
был превышен предельный ток, но скорость инструмента 1 лишь регулируют до
скорости, при которой электродвигатель 4 сохраняет способность обеспечивать
достаточный крутящий момент для инструмента для затягивания кабеля 5.
Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 с гидравлическим приводом
35 таким образом контролирует себя для непрерывного регулирования своей скорости
до максимума без превышения предельного тока кабеля 5 и без существенного
снижения максимальной тяги.

Известные скважинные самодвижущиеся кабельные инструменты с гидравлическим приводом могут выключать одну или несколько приводных секций и, таким образом, обеспечивать более быстрое перемещение с максимальной скоростью и с очень низкой первой тяговой силой, используя оставшуюся активную приводную секцию;

5 если требуется большая тяговая сила, все приводные секции включают, и скважинный самодвижущийся кабельный инструмент приводится в действие на второй минимальной скорости и с максимальной тяговой силой, как показано на Фигуре 8. В определенной точке в скважине тяговая сила, необходимая для затягивания кабеля, становится чрезмерно высокой при перемещении инструмента с

10 максимальной скоростью из-за предельного тока в кабеле, и известные самодвижущиеся кабельные инструменты, имеющие лишь два режима, требуют включения других приводных секций для продолжения и от этой точки далее способны перемещаться намного медленнее. От этой точки и до достижения точки, в которой требуется максимальная тяговая сила, известные самодвижущиеся

15 кабельные инструменты не используют всю доступную мощность, как указано в виде участка А на Фигуре 8. Поэтому даже если некоторые известные самодвижущиеся кабельные инструменты способны перемещаться быстрее, когда не требуется существенной тяговой силы, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент с гидравлическим приводом, контролируемый в соответствии с предлагаемым

20 способом, гораздо быстрее прибудет к месту назначения в скважине, поскольку контролирование скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с гидравлическим приводом позволяет регулировать скорость непрерывно, используя всю доступную мощность, т. е., ниже предельного тока. Известные самодвижущиеся кабельные инструменты часто устанавливают на перемещение с меньшей скоростью,

25 чем максимальная скорость, поскольку в таком случае инструмент может создавать большую тяговую силу и, таким образом, перемещаться далее до возникновения необходимости включения других приводных секций, и известные инструменты, таким образом, часто перемещаются медленнее, чем инструмент, контролируемый в соответствии с настоящим изобретением.

30 На Фигуре 8 показано, что максимальная скорость скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 с гидравлическим приводом зависит от максимально допустимой скорости вращения электродвигателя 4, а максимальная тяговая сила зависит от минимально допустимой скорости вращения электродвигателя 4.

35 Кривая мощности, показанная на Фигуре 8, может быть определена путем определения максимально допустимого потребления электрической мощности кабельного инструмента и определения максимально допустимой рабочей скорости

вращения электродвигателя на основе максимально допустимого потребления электрической мощности при заданном выходном крутящем моменте электродвигателя. При снижении рабочей скорости вращения электродвигателя выходной крутящий момент электродвигателя может увеличиваться. Линия / кривая Р показана как произведение выходного крутящего момента двигателя и рабочей скорости электродвигателя, причем снижение скорости позволяет увеличивать выходной крутящий момент двигателя, но повышение скорости ограничивает допустимый выходной крутящий момент двигателя. Если рабочая скорость вращения электродвигателя слишком высока при определенном выходном крутящем моменте двигателя, для того, чтобы максимально допустимое потребление электрической мощности кабельного инструмента не было превышено, рабочая скорость вращения может быть снижена.

Выходной крутящий момент двигателя непрерывно определяют по фазам электрического тока и путем использования каждого определенного выходного крутящего момента двигателя максимально допустимую рабочую скорость вращения электродвигателя вычисляют и сравнивают с рабочей скоростью вращения электродвигателя, и если рабочая скорость вращения электродвигателя выше, чем максимально допустимая рабочая скорость вращения электродвигателя, рабочая скорость вращения электродвигателя может быть снижена, а если рабочая скорость вращения электродвигателя ниже, чем максимально допустимая рабочая скорость вращения электродвигателя, рабочая скорость вращения электродвигателя может быть повышена. Кривая Р представляет максимально допустимое потребление электрической мощности кабельного инструмента и определяется путем нахождения пределов рабочей скорости вращения при заданном выходном крутящем моменте двигателя. Путем выполнения этого определения при двух, трех, четырех, пяти разных скоростях вращения электродвигателя можно определить кривую мощности, причем способ позволяет эксплуатировать кабельный инструмент в пределах максимально допустимого потребления электрической мощности, таким образом, чтобы кабель и компоненты кабельного инструмента были защищены от работы за пределами их рабочих характеристик.

Кривая Р, показанная на Фигуре 8, имеет первую ось, которая может представлять выходной крутящий момент двигателя, тогда как вторая ось может представлять рабочую скорость вращения. Таким образом, если произведение выходного крутящего момента двигателя и рабочей скорости вращения находится выше кривой Р, рабочая скорость вращения электродвигателя может быть снижена, чтобы гарантировать, что кабельный инструмент функционирует под кривой Р и/или в

пределах заштрихованной зоны А, показанной на Фигуре 8. Подобным образом, если произведение выходного крутящего момента двигателя и рабочей скорости вращения находится выше кривой Р, рабочая скорость вращения электродвигателя может быть повышена, чтобы гарантировать, что кабельный инструмент функционирует с максимально допустимой скоростью, для оптимизации полного потребления максимально допустимой электрической мощности кабельного инструмента.

Электрическая мощность соответствует механической мощности, необходимой, например, для вращения и приведения в действие насоса, но механическая мощность является меньшей, чем электрическая мощность из-за потери электричества в компонентах инструмента, двигателе и т. п. Потеря в двигателе выше при высоком крутящем моменте и низкой скорости вращения, чем при низком крутящем моменте и высокой скорости вращения.

Согласно способу, представленному на Фигуре 5, регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя 4 на основе сравнения выполняют независимо от любых условий кабеля 5, таких как затяжка кабеля, натяжение кабеля или сопротивление кабеля. Кабель обладает определенной гибкостью и может быть разным в разных скважинах и, таким образом, предлагаемый способ имеет преимущества в случаях, когда условия, в которых находится такой кабель, неизвестны, пока скважинный самодвижущийся кабельный инструмент опускается в скважину, и способ также подходит для всех скважин даже при отсутствии блока упреждающего контроля кабеля на буровой установке или устье скважины.

Кроме того, согласно способу, представленному на Фигуре 5, регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя 4 на основе сравнения выполняют независимо от любых условий насоса, таких как расход насоса, давление насоса или длина хода поршня. Из-за ограниченного пространства скважины бывает трудно найти место в насосной секции для электропроводки для измерений, поскольку в таком случае существенно снижается производительность насоса, и максимальная скорость скважинного самодвижущегося кабельного инструмента подобным образом будет снижена. Таким образом, путем контролирования скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 в соответствии с предлагаемым способом сконструирован гидравлический насос с использованием полного диаметра инструмента, и максимальная скорость, таким образом, существенно увеличена по сравнению с известными инструментами.

Таким образом, первую скорость скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 регулируют до второй скорости путем регулирования рабочей скорости вращения электродвигателя 4. Контроль выполняют без определения используемой мощности, а только с определением 130 выходного крутящего момента электродвигателя 4, определением 140 максимально допустимой скорости вращения двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя и сравнением 150 рабочей скорости вращения с максимально допустимой скоростью вращения двигателя.

10 Как показано на Фигуре 5, способ контролирования скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 также может включать определение 145 скорости вращения электродвигателя 4, и определение выходного крутящего момента электродвигателя может выполняться путем измерения 125 тока по трем фазам в электродвигателе.

15 Как можно увидеть на Фигуре 5, способ также может включать измерение 135 потребления тока / входного тока электродвигателя 4 и измерение 135b входного напряжения электродвигателя, а затем определение 140 максимально допустимой скорости двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя также выполняют на основе измеренного тока и измеренного напряжения электродвигателя. Путем измерения фактического потребления тока и напряжения для электродвигателя 4 максимально допустимую скорость двигателя определяют с большей точностью, поскольку эффективность электродвигателя колеблется в зависимости от рабочей скорости вращения электродвигателя. Таким образом, при 20 высокой скорости вращения потребление тока является меньшим, чем при низкой скорости вращения для такой же выходной мощности двигателя, из-за изменения эффективности электродвигателя 4, и максимальная мощность, таким образом, может быть изменена до несколько большего значения при высокой скорости вращения, чем в случае, если предполагается неизменная максимальная мощность.

25 Таким образом, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 способен перемещаться с еще большей максимальной скоростью, и максимальная тяговая сила также увеличивается.

35 Допустимый эффект электродвигателя 4 колеблется в зависимости от температуры, и, таким образом, при более низких температурах, например, ниже 200°C, электродвигатель может работать с более высоким эффектом, чем при более высоких температурах. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, таким образом, может включать температурный датчик для измерения температуры

электродвигателя и соответствующего регулирования допустимого уровня эффекта двигателя.

5 Как показано на Фигуре 7, регулирование 160а рабочей скорости вращения электродвигателя 4 также может выполняться на основе измеренного потребления электродвигателем тока или расчетной нагрузки на электродвигатель.

10 Регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя выполняют непрерывно для оптимизации тяговой силы F и скорости инструмента для удерживания потребления мощности ниже кривой мощности P графика в зоне А, показанной на Фигуре 8 по отношению к тяговой силе и скорости инструмента. Таким образом, вся доступная мощность используется наиболее оптимально для обеспечения приведения в действие скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с максимальной скоростью при возможности обеспечения тяговой силы, 15 необходимой в любом месте в скважине.

На Фигуре 1 электрический блок управления 18 включает моторный привод 28, ствольную задвижку и/или инвертор напряжения. В соответствии со способом, показанным на Фигуре 5, электрический блок управления 18 определяет 145, или 20 моторный привод 28 определяет 145а рабочую скорость вращения электродвигателя 4, и моторный привод 28 выполнен с возможностью измерения 125 тока по трем фазам двигателя для определения 130 выходного крутящего момента электродвигателя 4. Электрический блок управления 18 или моторный привод 28 выполнен с возможностью определения 140 максимально допустимой скорости 25 вращения двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя и для сравнения 150 рабочая скорость вращения с максимально допустимой скоростью вращения двигателя с последующим регулированием 160 рабочей скорости вращения электродвигателя 4 на основе сравнения с целью регулирования первой скорости до второй скорости, если рабочая скорость вращения выше, чем 30 максимально допустимая скорость вращения двигателя. Необязательно также возможно определение 140 максимально допустимой скорости вращения двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя на основе заданных значений 142 для максимальной мощности или максимального тока. Кроме того, электрический блок управления 18 или моторный привод 28 может измерять 135 35 потребление тока / входного тока электродвигателя 4 и измерять 135b входное напряжение электродвигателя, и определение 140 максимально допустимой скорости двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя, таким образом, также возможно на основе измеренного тока и измеренного напряжения

электродвигателя 4.

5 Как показано на Фигуре 6, способ включает непрерывное измерение 130d второго давления текучей среды при помощи первого датчика давления 49, и регулирование 160с скорости вращения электродвигателя 4 выполняют в зависимости от второго давления текучей среды в качестве дополнения или альтернативы этапам 130 - 150.

10 Способ, представленный на Фигурах 5, 6 и 7, также включает контролирование 170 первого давления текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды при помощи первого контролируемого клапана 16 в гидравлической секции 15 скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1. Способ необязательно также может включать определение 180 нагрузки на электродвигатель 4 в зависимости от выходного крутящего момента.

15 на Фигуре 6 способ включает непрерывное измерение 130b второго давления текучей среды второй текучей среды и регулирование 160d рабочей скорости вращения электродвигателя 4 в зависимости от второго давления текучей среды в качестве дополнения или альтернативы этапам 130 - 150.

20 Как показано на Фигуре 1, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает первый датчик давления 49, непрерывно измеряющий второе давление второй текучей среды для запитывания каждого гидравлического двигателя 10, вращающего колеса 8, и гидравлическую секцию 15, включающую первый контролируемый клапан 16, контролирующий первое давление текучей
25 среды для выдвигания плечевых агрегатов 6 в зависимости от второго давления текучей среды. Гидравлическая секция 15 может лишь регулировать первый контролируемый клапан 16 для контролирования первого давления текучей среды в зависимости от второго давления и, таким образом, гарантировать подачу достаточной мощности на колесные рычаги 6, но не более, чем требуется. Благодаря
30 наличию первого контролируемого клапана 16, контролирующего первое давление текучей среды в зависимости от второго давления, непрерывный контроль скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 с гидравлическим приводом еще более оптимизируется, и мощность впустую не расходуется на выдвигание выдвигаемых плечевых агрегатов 6 наружу в направлении стенки
35 скважины сверх потребности для оптимального функционирования между колесами 8 и стенкой для продвижения вперед скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 с гидравлическим приводом.

Благодаря наличию первого контролируемого клапана 16, контролирующего первое давление текучей среды в зависимости от второго давления, на колеса 8 не оказывается чрезмерное направленное наружу давление. Чем выше второе давление, тем выше должно быть первое давление для продвижения скважинного
5 самодвижущегося кабельного инструмента 1 вперед в скважине наиболее оптимальным способом. При низком втором давлении первое давление регулируют для приведения в соответствие с низким вторым давлением, таким образом, чтобы мощность впустую не расходовалась на обеспечение большего, чем необходимо, первого давления текучей среды. Кроме того, если первое давление текучей среды
10 является большим, чем оптимальное первое давление текучей среды, соответствующее существующему второму давлению текучей среды, стенка скважины подвергается чрезмерному трению в ущерб максимально возможной скорости скважинного приводного блока.

15 Первый датчик давления 49 непрерывно измеряет второе давление текучей среды, и данные, представляющие измеренное второе давление текучей среды, сообщаются на электрический блок управления. При изменении второго давления текучей среды электрический блок управления электрически контролирует первый контролируемый
20 клапан путем подачи электрической энергии на клапан для перемещения клапана в более или менее открытую позицию, и таким образом, первый контролируемый клапан 16 контролирует первое давление текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды. Таким образом, датчик и клапан можно рассматривать как контур обратной связи, в котором результат измерения передается обратно для
25 контроля над клапаном и, таким образом, повышение или снижение второго давления текучей среды используют для обеспечения результирующего действия на клапан для повышения или снижения давления, обуславливающего выдвигание плеч, в зависимости от скорости вращения колес.

На Фигуре 1 первый гидравлический насос 12 создает первое давление текучей
30 среды для выдвигания множества выдвигаемых плечевых агрегатов 6, а на Фигуре 2 скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает второй гидравлический насос 14 для создания первого давления текучей среды для выдвигания множества выдвигаемых плечевых агрегатов 6.

35 Как показано на Фигуре 1, гидравлическая секция 15 также включает второй контролируемый клапан 17, контролирующей второе давление текучей среды. Контролируемый(е) клапан(ы) 16, 17 электронно регулируется (регулируются). Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 имеет две колесных /

приводных секции 30, в которых одна вращается на 90 градусов по окружности инструмента относительно другой с целью центровки инструмента в скважине. В других операциях, при которых центровка не так важна, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 имеет только одну приводную секцию 30, как показано на Фигуре 2. Такой операцией может быть операция фрезеровки или измельчения, при которой скважинный самодвижущийся кабельный инструмент включает рабочий инструмент, как показано на Фигуре 2.

Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает компенсатор 35 для обеспечения заданного избыточного давления в инструменте, чтобы скважинная жидкость не поступала в инструмент и не нарушила функцию инструмента, и чтобы грязная скважинная жидкость не смешивалась с гидравлической жидкостью в инструменте.

Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает поверхностный считывающий модуль 29 для сообщения измеренных параметров инструмента, таких как первое давление текучей среды, второе давление текучей среды, рабочая скорость вращения электродвигателя 4 и/или выходной крутящий момент двигателя, на поверхность.

На Фигуре 2 скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 включает рабочий инструмент 38, такой как инструмент 38b для геофизического исследования (показанный на Фигуре 4) или инструмент механической обработки 32, имеющий долото 39 для выполнения операции механической обработки и сжимающий переводник33, включающий датчик нагрузки 34, смежный с инструментом механической обработки, с целью измерения фактической нагрузки на долото. Рабочий инструмент 38 также включает электрический блок управления 40, компенсатор 41, электродвигатель 42 и зубчатый участок 43 для вращения долота 39 с другой скоростью, отличной от скорости вращения двигателя 42, часто с более низкой скоростью. Сжимающий переводник33, включающий датчик нагрузки 34, располагается между электрическим блоком управления 40 и приводной секцией 30, включающей колеса 8 на выдвигаемых плечевых агрегатах 6.

Если скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает инструмент для геофизического исследования 38b, и скважинный самодвижущийся кабельный инструмент самостоятельно перемещается к точке, в которой должна выполняться операция геофизического исследования, рабочую скорость вращения устанавливают на заданную постоянную рабочую скорость вращения

электродвигателя 4.

Если скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает рабочий инструмент 32, имеющий долото 39 для выполнения в скважине операции, такой как фрезеровка, и скважинный самодвижущийся кабельный инструмент самостоятельно перемещается к точке, в которой должна выполняться операция фрезеровки, способ также включает измерение 130b второго давления текучей среды, оценку 140с нагрузки на долото (WOB), сравнение 150a оценочной нагрузки на долото с заданной нагрузкой на долото и регулирование 160e второго давления текучей среды на основе сравнения, как показано на Фигуре 6. Этапы 130b, 140с, 150a и 160e выполняют в качестве дополнения или альтернативы этапам 130 - 160.

Если скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает сжимающий переводник 33 и рабочий инструмент 32, имеющий долото 39 для выполнения в скважине операции, такой как фрезеровка, способ также может включать измерение 130с нагрузки на долото при помощи сжимающего переводника, сравнение 150b измеренной нагрузки на долото с заданной нагрузкой на долото и регулирование 160f второго давления текучей среды на основе сравнения, как показано на Фигуре 6. Этапы 130с, 150b и 160f выполняют в качестве дополнения или альтернативы этапам 130 - 160.

На Фигуре 3 электродвигатель 4 представляет собой первый электродвигатель 4, и скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 включает второй электродвигатель 22, приводящий в действие второй гидравлический насос 14, причем первый электродвигатель 4 приводит в действие первый гидравлический насос 12. Первый электродвигатель 4, таким образом, приводит в действие первый гидравлический насос 12 для создания текучей среды для выдвигания выдвигаемых плечевых агрегатов 6 и создания текучей среды для вращения колес 8 одной приводной секции 30а, а второй электродвигатель 22, таким образом, приводит в действие второй гидравлический насос 14 для создания текучей среды для выдвигания выдвигаемых плечевых агрегатов 23 и текучей среды для вращения колес 24 второй приводной секции 30b. Второй гидравлический насос 14 создает третье давление текучей среды для защиты второго множества выдвигаемых плечевых агрегатов 23. Второй гидравлический насос 14 создает четвертое давление текучей среды для приведения в действие гидравлического(их) двигателя(ей) 10, вращающих второе множество колес 24. Гидравлическая секция 15 для первой приводной секции 30а является первой гидравлической секцией 15, и скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает вторую гидравлическую

секцию 25, включающую третий контролируемый клапан 26, контролирующий третье давление текучей среды, и четвертый контролируемый клапан 27, контролирующий четвертое давление текучей среды. И первый контролируемый клапан 16, и второй контролируемый клапан 17 являются электрически контролируемыми при помощи электрического блока управления 18, и третий контролируемый клапан 26 и четвертый контролируемый клапан 27 являются электрически контролируемыми при помощи второго электрического блока управления 18b. Первый электродвигатель 4 и/или второй электродвигатель 22 является (являются) синхронным(и) двигателем(ями).

10

Инструментальная колонна с Фигуры 3, таким образом, представляет собой два скважинных самодвижущихся кабельных инструмента 1, смонтированных как один кабельный инструмент, причем каждый имеет отдельный электрический блок управления, отдельный электродвигатель, один или два отдельных гидравлических насоса, отдельную гидравлическую секцию и одну или несколько отдельных приводных секций 30. Первый скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1a включает электрический блок управления 18, электродвигатель 4, один или два гидравлических насоса 12, гидравлическую секцию 15 и приводную секцию 30, 30a с колесами 8 на выдвигаемых плечевых агрегатах 6. Второй скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1b включает электрический блок управления 18b, второй электродвигатель 22, один или два гидравлических насоса 14, гидравлическую секцию 15 и приводную секцию 30, 30b с колесами 24 на выдвигаемых плечевых агрегатах 23. Множество выдвигаемых плечевых агрегатов 23 подвижно соединены на конце первого плеча 7b с корпусом инструмента 3, причем каждое колесо включает гидравлический двигатель 10b для вращения колеса для обеспечения самостоятельного перемещения, причем каждое колесо соединено с концом второго плеча 11b одного из плечевых агрегатов 23. Первый скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1a соединен с кабельной головкой 44 и кабелем 5. Гидравлическая секция 15 выполнена с возможностью измерения первого и второго давления текучей среды при помощи первого датчика давления 49 и второго датчика давления 48 и для контроля над клапанами на основе измерений первого и второго давления текучей среды. Вторая гидравлическая секция 25 выполнена с возможностью измерения третьего и четвертого давления текучей среды при помощи третьего датчика давления 48b и четвертого датчика давления 49b и для контроля над клапанами на основе измерений третьего и четвертого давления текучей среды. Контролируемый(е) клапан(ы) 16, 17, 26, 27 является (являются) контролируемым(и) клапаном(ами) сброса давления. Мощность, подаваемая на инструментальную колонну, таким образом, разделяется поровну

35

между первым и вторым электродвигателями 4, 22, таким образом, чтобы каждый двигатель был ограничен половиной предельного тока, и чтобы инструментальная колонна гарантированно не превышала допустимый предельный ток на кабеле.

5 Этап спуска 110 включает спуск первого и второго скважинных самодвижущихся
кабельных инструментов 1, 1a, 1b в ствол скважины 2, этап подачи 120
электропитания включает подачу электропитания на первый и второй скважинные
самодвижущиеся кабельные инструменты 1, 1a, 1b для функционирования первого и
10 скоростью для продвижения инструментальной колонны через ствол скважины 2 с
первым усилием, этап определения 130 включает определение выходного крутящего
момента двигателя первого и второго электродвигателей 4, 22, этап определения
140 включает определение максимально допустимой скорости вращения двигателя в
зависимости от выходного крутящего момента двигателя первого и второго
15 электродвигателей 4, 22, и этап сравнения 150 включает сравнение рабочей
скорости вращения первого и второго электродвигателей 4, 22 с максимально
допустимой скоростью вращения двигателя, причем этап регулирования 160
включает регулирование рабочей скорости вращения первого и второго
20 электродвигателей 4 22 на основе сравнения с целью регулирования первой
скорости до второй скорости, если рабочая скорость вращения выше, чем
максимально допустимая скорость вращения двигателя.

На Фигуре 3 электрический(е) блок(и) управления 18 также включает(ют) блок
регулирования напряжения 19, имеющий блок защиты от перенапряжения, чтобы
25 напряжение, подаваемое на инструмент, поддерживалось на более постоянном
уровне, и блок измерения электрического тока 20. На Фигуре 4 электрический блок
управления 18 включает конденсатор 50, функционирующий в качестве накопителя
энергии или аккумулятора. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1
также включает инструмент механической обработки 32 для выполнения операции
30 механической обработки и сжимающий переводник 33, включающий датчик нагрузки
34, смежный с инструментом механической обработки 32. В другом варианте
осуществления электрический(е) блок(и) управления 18 контролирует(ют)
контролируемый(е) клапан(ы) 16, 17, 26, 27 на основе электрического тока и/или
электрического напряжения, измеряемых электрическим блоком управления 18.

35 На Фигуре 3 каждый электродвигатель 4, 22 также может включать блок
ограничения мощности или тока 31 для того, чтобы распределять первую часть тока
от кабеля 5 для запитывания первого электродвигателя 4 и вторую часть тока для

запитывания второго электродвигателя 22. Первый и второй скважинные
самодвижущиеся кабельные инструменты 1, 1а, 1b могут находиться в параллельном
электрическом соединении. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1
также может включать блок распределения тока 21 для того, чтобы распределять
5 первую часть тока от кабеля 5 для запитывания первого электродвигателя 4 и
вторую часть тока для запитывания второго электродвигателя 22. Блок
распределения тока 21 может применяться вместо блоков ограничения мощности 31
для того, чтобы распределять первую часть тока от кабеля 5 для запитывания
первого электродвигателя 4 и вторую часть тока для запитывания второго
10 электродвигателя 22.

Наличие блока ограничения мощности позволяет оптимально распределять мощность
на первую часть тока от кабеля для запитывания первого электродвигателя и вторую
часть тока для запитывания второго электродвигателя. Это позволяет приводить в
15 действие скважинный самодвижущуюся кабельную инструментальную колонну,
имеющую по меньшей мере один насос для каждой приводной секции без нарушения
синхронизации первого скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1а и
второго скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1b, когда один
движется быстрее другого и, таким образом, действует как "тормоз".

20 Благодаря наличию электродвигателя и насоса для каждой приводной секции,
скважинная самодвижущаяся кабельная инструментальная колонна 1 способна
перемещаться с полной скоростью как одна приводная секция и с двойной тяговой
силой как две приводных секции. Кривая мощности, например, 3 кВт, известной
25 инструментальной колонны, имеющей один насос для приведения в действие двух
приводных секций начинается при том же максимальном усилии, что и кривая
мощности инструментальной колонны, имеющей по меньшей мере один насос для
каждой приводной секции, но кривая мощности (показанная на Фигуре 8)
инструментальной колонны, имеющей по меньшей мере один насос для каждой
30 приводной секции, проходит до точки, имеющей вдвое большую скорость по
сравнению со скоростью известной инструментальной колонны. Таким образом, при
низкой скорости доступная тяговая сила является одинаковой для известной
инструментальной колонны и инструментальной колонны согласно настоящему
изобретению, но скважинная самодвижущаяся кабельная инструментальная колонна
35 1, имеющая по меньшей мере один насос для каждой приводной секции при высокой
скорости способна перемещаться вдвое быстрее по сравнению с известной
инструментальной колонной, имеющей только один насос для приведения в действие
двух приводных секций. Это происходит благодаря тому, что закачиваемой текучей

среде не приходится проходить через одну приводную секцию для доставки в следующую, и, таким образом, не расходуется энергия при переходе от одной приводной секции до следующей приводной секции. При наличии одного насоса для одной приводной секции диаметр каналов для текучей среды в приводной секции может быть большим, чем в случае, когда насос должен обеспечивать текучей средой более чем одну приводную секцию. Общий диаметр инструментальной колонны 1 ограничивается скважиной, и насос, таким образом, часто выступает ограничивающим фактором, поскольку большая производительность насоса требует большего диаметра. При наличии только одной приводной секции усилие закачивания используется непосредственно, и канал для текучей среды может иметь больший размер, поэтому ограниченный ток в кабеле используется эффективнее, чем в известных инструментальных колоннах, в которых несколько приводных секций приводятся в действие одним насосом.

На Фигуре 4 скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 имеет пользовательский интерфейс 36 на поверхности 37 для контролирования по меньшей мере части скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1. Таким образом, инженер по эксплуатации может получать информацию о предельном токе кабеля / провода и через пользовательский интерфейс устанавливать предельный ток для каждого двигателя инструмента, и блоки 31 ограничения мощности или блок 21 распределения тока распределяют ток поровну между первым скважинным самодвижущимся кабельным инструментом 1a и вторым скважинным самодвижущимся кабельным инструментом 1b, образующими инструмент 1, таким образом, что они могут обеспечивать перемещение с одинаковой скоростью и, таким образом, перемещать инструментальную колонну с такой же скоростью. Первый электродвигатель 4 может требовать большей мощности, чем второй электродвигатель 22, для того, чтобы перемещать инструментальную колонну с той же скоростью, но это возможно, поскольку первый и второй скважинные самодвижущиеся кабельные инструменты 1, 1a, 1b находятся в параллельном электрическом соединении. Скважинная самодвижущаяся кабельная инструментальная колонна также может включать инструмент для возвратно-поступательного перемещения, хотя он не показан.

Инструмент для возвратно-поступательного перемещения представляет собой инструмент, обеспечивающий осевое усилие. Инструмент для возвратно-поступательного перемещения включает электродвигатель для приведения насоса в действие. Насос перекачивает текучую среду в корпус поршня для перемещения действующего в нем поршня. Поршень расположен на шатуне. Насос может

выкачивать текучую среду из корпуса поршня на одной стороне и одновременно всасывать текучую среду с другой стороны поршня.

5 Под "текучей средой" или "скважинной текучей средой" понимают любой тип текучей среды, которая может присутствовать в нефтяных или газовых скважинах, например, природный газ, нефть, нефтяной буровой раствор, сырую нефть, воду и так далее. Под "газом" понимают любой тип газовой смеси, присутствующей в скважине, законченной или с открытым стволом, а под "нефтью" понимают любой тип нефтяной смеси, например, сырая нефть, нефтесодержащая текучая среда и так
10 далее. Таким образом, в состав текучих сред газа, нефти и воды могут входить другие элементы или вещества, которые не являются газом, нефтью и/или водой, соответственно.

15 Под "обсадной колонной" или "скважинной трубчатой металлической конструкцией" подразумевается любой вид трубы, трубчатого элемента, трубопровода, внутренней обшивки, колонны труб и т. д., используемый в скважине под землей в связи с добычей нефти или природного газа.

20 Хотя изобретение было описано выше в связи с предпочтительными вариантами осуществления изобретения, специалисту в данной области техники будет ясно, что допустимы несколько модификаций без отклонения от сущности изобретения, определенной нижеследующей формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ (100) контролирования инструментальной колонной, имеющей скважинный самодвижущийся кабельный инструмент (1), имеющий колеса (8),
5 вращаемые при помощи гидравлики и соединенные с выдвигаемыми плечевыми агрегатами (6), которые выдвигаются при помощи гидравлики, включающий:
- спуск (110) скважинного самодвижущегося кабельного инструмента (1) в ствол скважины (2), скважинный самодвижущийся кабельный инструмент соединен со вторым концом (47) кабеля (5), и первый конец кабеля соединен с источником
10 энергии, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент имеет корпус инструмента (3) и множество колес (8), вращаемых при помощи гидравлики, и каждое колесо соединено с выдвигаемым плечевым агрегатом (6), выдвигающихся из корпуса инструмента под действием гидравлической жидкости из первого гидравлического насоса (12), скважинный самодвижущийся кабельный инструмент имеет
15 электродвигатель (4), вращающийся с рабочей скоростью вращения для приведения в действие первого насоса,
 - определение максимально допустимого потребления электрической мощности кабельного инструмента (1),
 - подачу (120) электропитания на скважинный самодвижущийся кабельный
20 инструмент для работы скважинного самодвижущегося кабельного инструмента на первой скорости для принудительного продвижения скважинного самодвижущегося кабельного инструмента через ствол скважины с первым усилием,
 - определение первой максимально допустимой рабочей скорости вращения электродвигателя на основе максимально допустимого потребления электрической
25 мощности при первом заданном выходном крутящем моменте электродвигателя,
 - определение (130) выходного крутящего момента электродвигателя, и
 - сравнение, превышает ли рабочая скорость вращения первую максимально допустимую рабочую скорость вращения электродвигателя при определенном выходном крутящем моменте двигателя,
30 причем способ также включает регулирование (160) рабочей скорости вращения электродвигателя на основе сравнения с целью регулирования первой скорости до второй скорости, если рабочая скорость вращения выше, чем максимально допустимая рабочая скорость вращения.
- 35 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что способ также включает определение второй максимально допустимой рабочей скорости вращения электродвигателя на основе максимально допустимого потребления электрической мощности при втором заданном выходном крутящем моменте электродвигателя.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что способ также включает определение третьей, четвертой или последующей максимально допустимой рабочей скорости вращения электродвигателя на основе максимально допустимого потребления электрической мощности при третьем, четвертом или последующем заданном выходном крутящем моменте электродвигателя.
- 5
4. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя на основе сравнения выполняют независимо от любых условий кабеля, таких как затяжка кабеля, натяжение кабеля или сопротивление кабеля.
- 10
5. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя на основе сравнения выполняют независимо от любых условий насоса, таких как расход насоса, давление насоса или длина хода поршня.
- 15
6. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что регулирование рабочей скорости вращения электродвигателя на основе сравнения выполняют независимо от любых условий скорости скважинного самодвижущегося кабельного инструмента.
- 20
7. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что первую скорость скважинного самодвижущегося кабельного инструмента регулируют до второй скорости путем регулирования рабочей скорости вращения электродвигателя.
- 25
8. Способ по любому из предшествующих пунктов, также включающий определение (145) рабочей скорости вращения электродвигателя.
- 30
9. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что определение выходного крутящего момента электродвигателя выполняют путем измерения (125) тока по трем фазам в электродвигателе.
- 35
10. Способ по любому из предшествующих пунктов, также включающий измерение (135) потребления тока / входного тока электродвигателя и измерение (135b) входного напряжения электродвигателя.
11. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что

определение (140) максимально допустимой скорости двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя также зависит от измеренного тока и измеренного напряжения электродвигателя.

5 12. Способ по любому из пунктов 1 - 9, отличающийся тем, что регулирование (160a) рабочей скорости вращения электродвигателя зависит от измеренного потребления тока электродвигателем или расчетной нагрузки на электродвигатель.

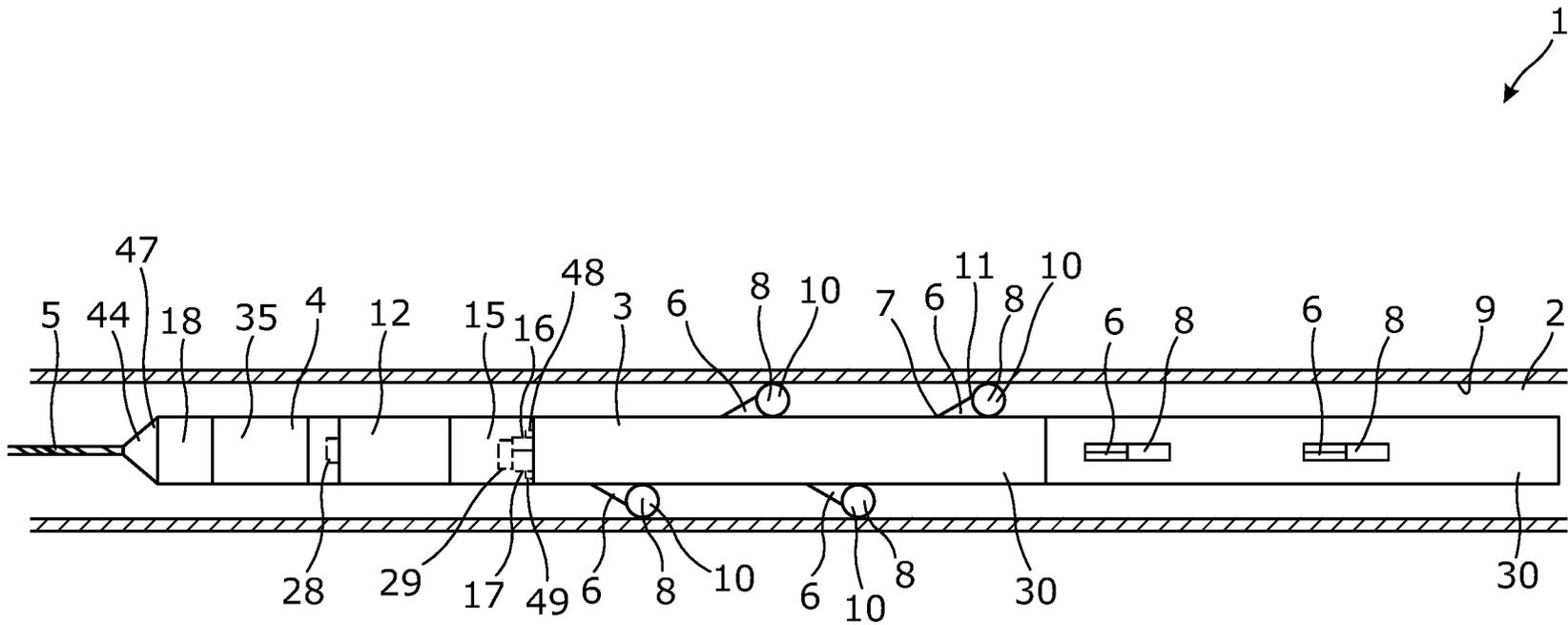
10 13. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что каждое колесо включает гидравлический двигатель (10) для вращения колеса второй текучей средой, имеющей второе давление текучей среды, и обеспечивает самостоятельное перемещение, каждое колесо соединено с концом второго плеча (11) одного из выдвигаемых плечевых агрегатов, множество выдвигаемых плечевых агрегатов (6) подвижно соединены на конце первого плеча (7) с корпусом инструмента и
15 выдвигаются из корпуса инструмента под действием первой текучей среды, оказывающей первое давление текучей среды, и скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, также включает датчик давления, измеряющий (130d) второе давление текучей среды.

20 14. Способ по п. 13, отличающийся тем, что каждый гидравлический двигатель приводится в действие второй текучей средой, имеющей второе давление текучей среды от первого гидравлического насоса или второго гидравлического насоса, приводимого в действие электродвигателем.

25 15. Способ по п. 14, отличающийся тем, что регулирование (160c) рабочей скорости вращения электродвигателя выполняют в зависимости от второго давления текучей среды.

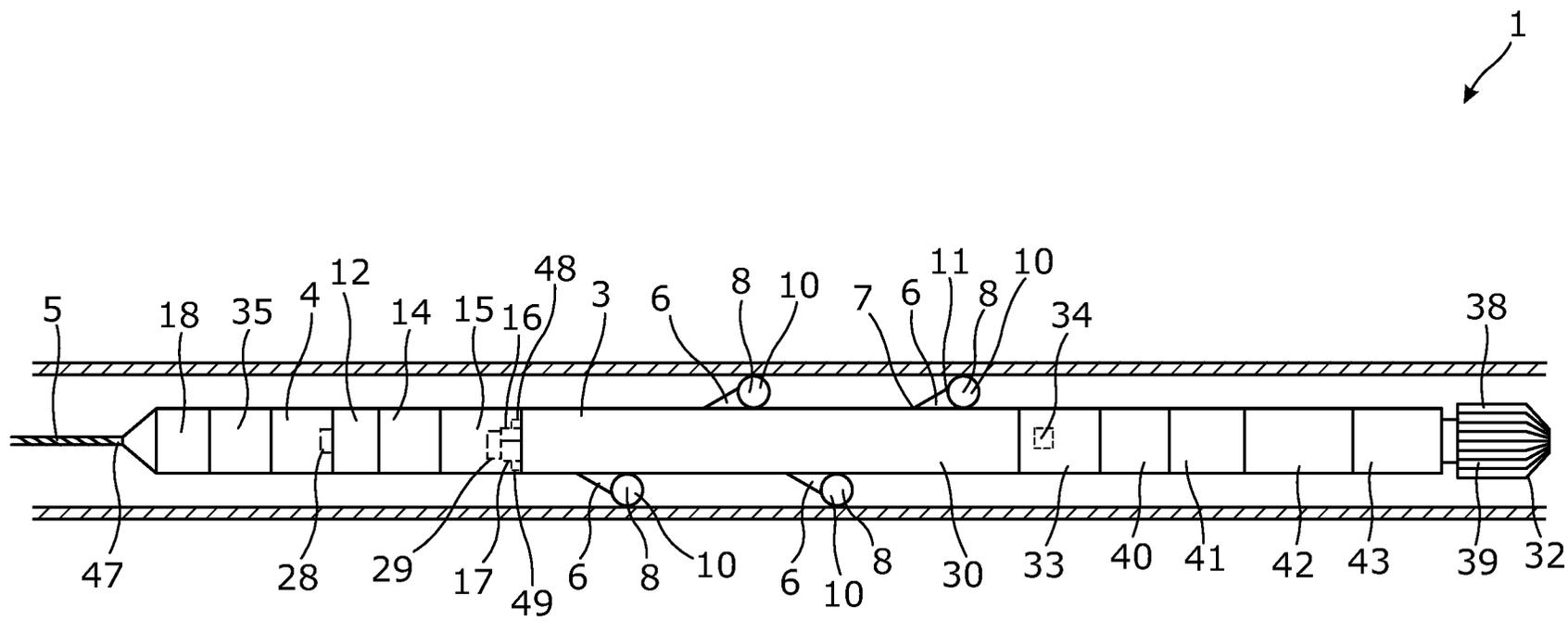
30 16. Способ по любому из пунктов 13 - 15, также включающий контролирование (170) первого давления текучей среды в зависимости от второго давления при помощи первого контролируемого клапана (16) в гидравлической секции (15) скважинного самодвижущегося кабельного инструмента.

35 17. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент с гидравлическим приводом, который выполнен с возможностью выполнения способа по любому из предшествующих пунктов.



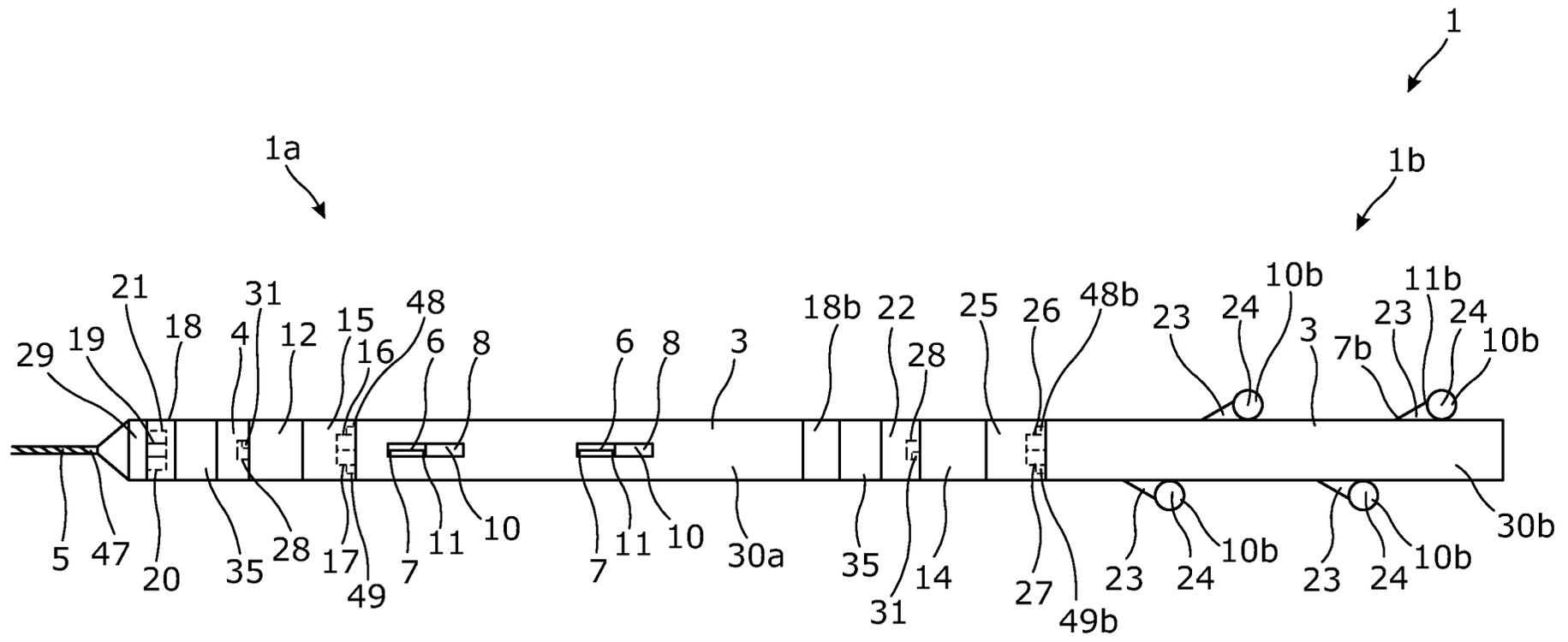
1/8

Фиг. 1



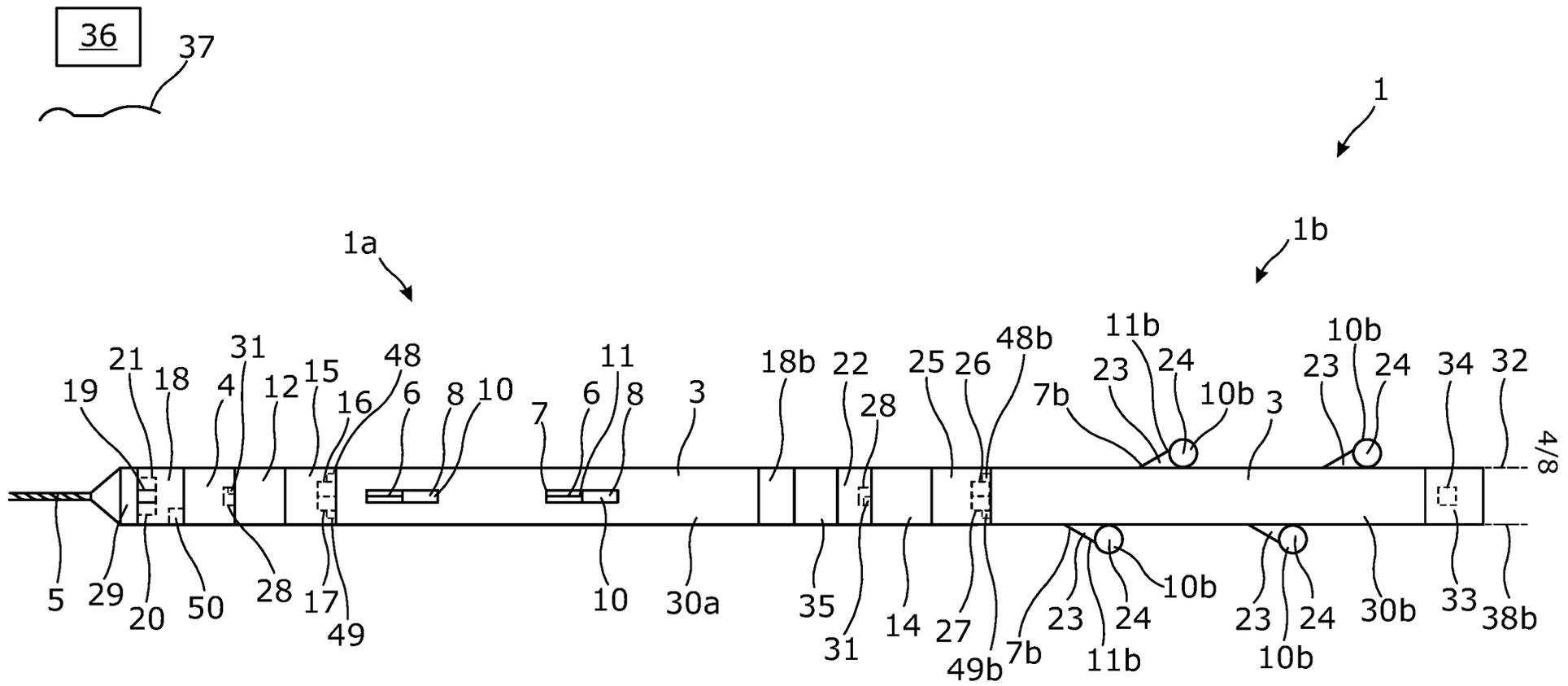
2/8

Фиг. 2

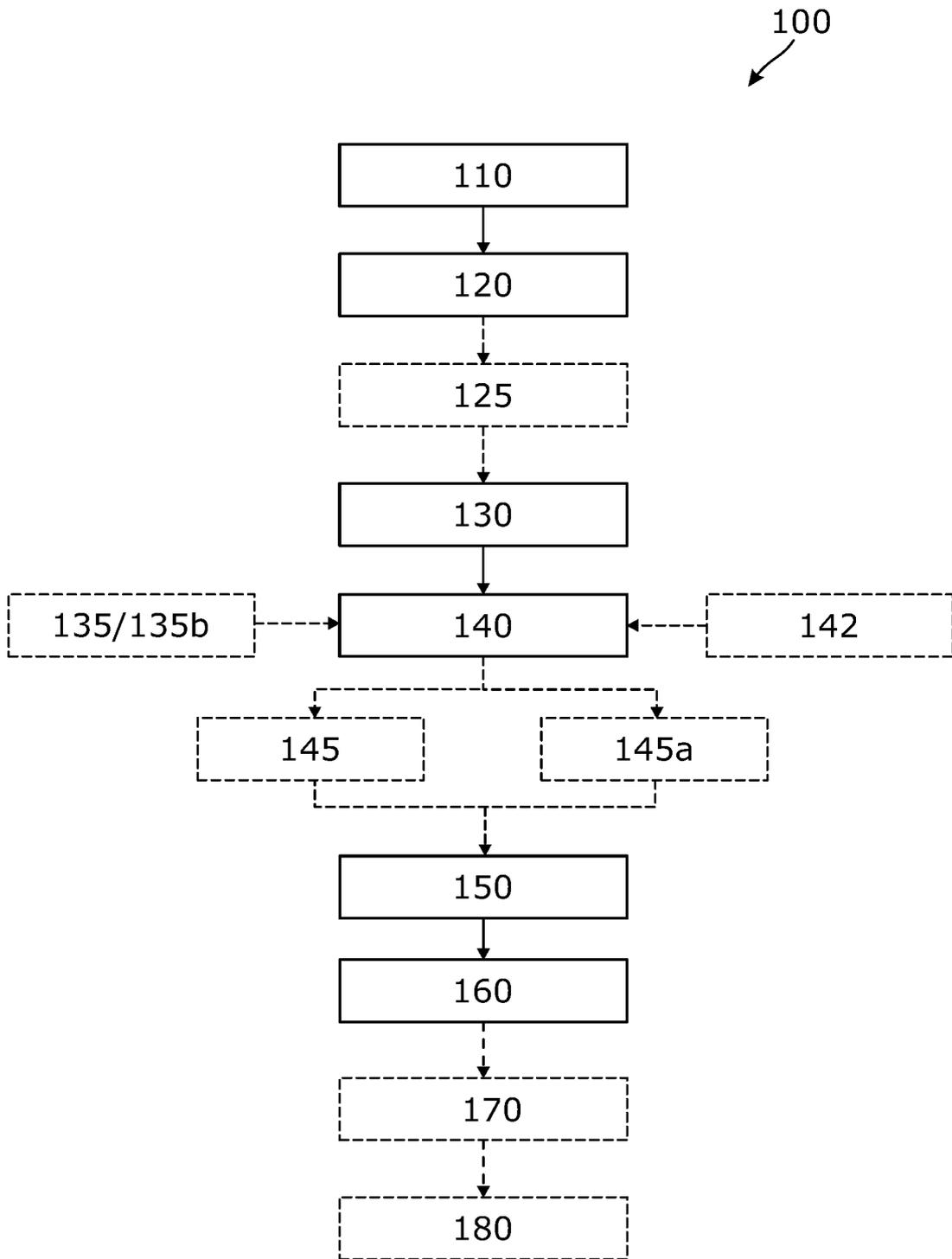


3/8

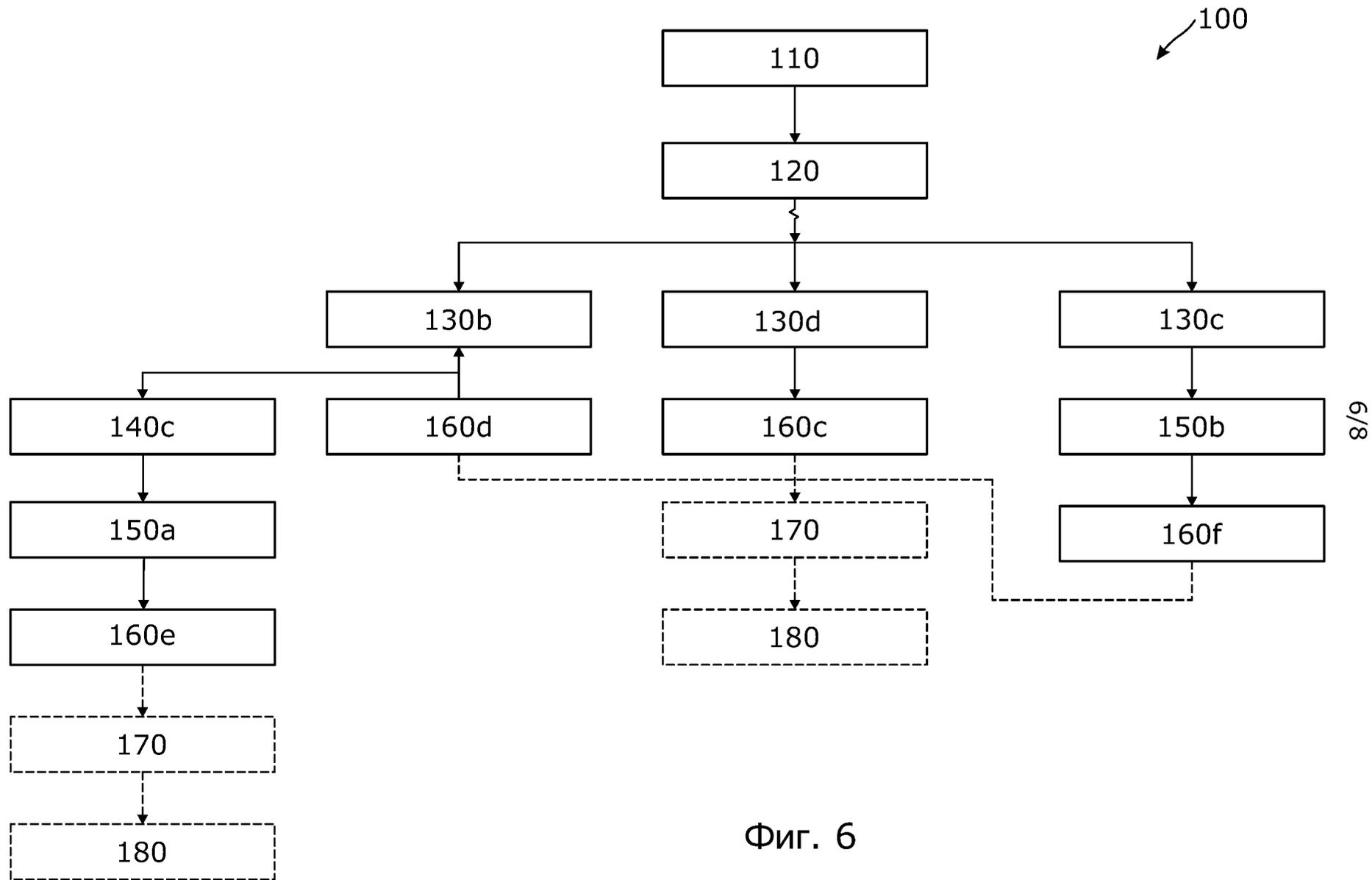
Фиг. 3



Фиг. 4



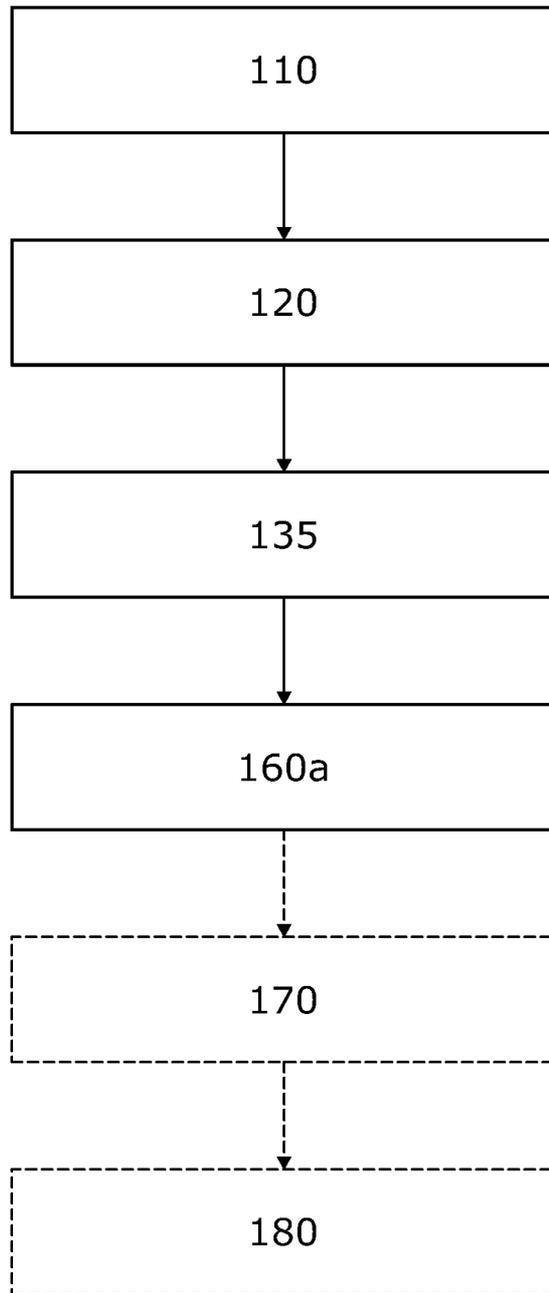
Фиг. 5



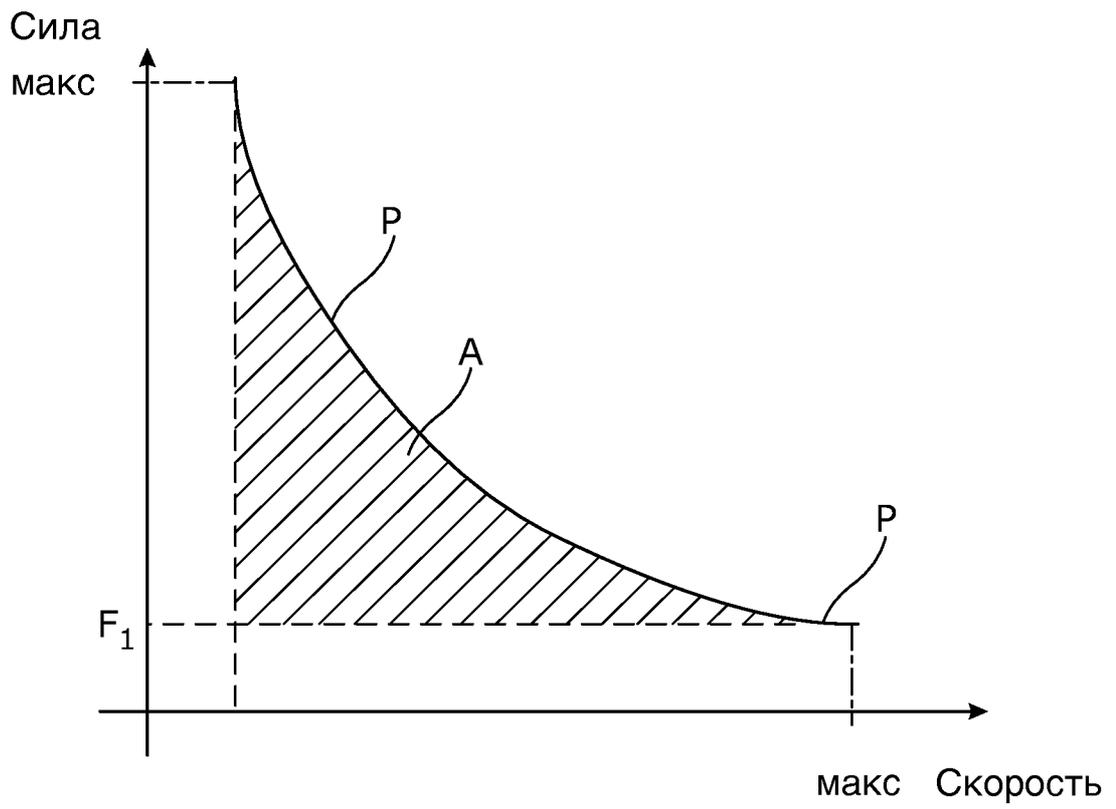
Фиг. 6

7/8

100
↙



Фиг. 7



Фиг. 8