

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202490857** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки
2024.05.31

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

(22) Дата подачи заявки
2022.10.10

(54) **СКВАЖИННЫЙ САМОДВИЖУЩИЙСЯ КАБЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ**

(31) 21202035.8; 21211103.3

(72) Изобретатель:

(32) 2021.10.11; 2021.11.29

Андерсен Томас Сун (DK)

(33) EP

(74) Представитель:

(86) PCT/EP2022/078103

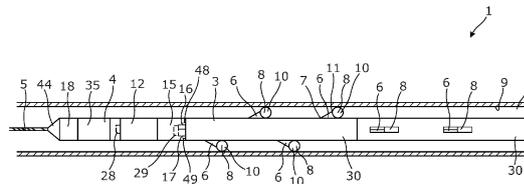
Мадиярова А.С. (KZ)

(87) WO 2023/061942 2023.04.20

(71) Заявитель:

УЕЛЛТЕК А/С (DK)

(57) Настоящее изобретение относится к скважинному приводному блоку для продвижения инструмента вперед в скважине и/или для обеспечения нагрузки на долото во время выполнения операции, включающему корпус инструмента, электродвигатель, функционирующий со скоростью вращения и запитываемый через кабель, множество выдвигаемых плечевых агрегатов, соединенных на конце первого плеча с корпусом инструмента, множество колес для контактирования со стенками скважины, каждое колесо включает гидравлический двигатель для вращения колеса, каждый плечевой агрегат на конце второго плеча соединен с одним из множества колес, и первый гидравлический насос, приводимый в действие электродвигателем для создания первого давления текучей среды для выдвижения множества выдвигаемых плечевых агрегатов, причем скважинный приводной блок также включает гидравлическую секцию, включающую первый контролируемый клапан, контролирующий первое давление текучей среды. Настоящее изобретение также относится к скважинной системе.



202490857

A1

A1

202490857

СКВАЖИННЫЙ САМОДВИЖУЩИЙСЯ КАБЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Описание

5 Настоящее изобретение относится к скважинному самодвижущемуся кабельному инструменту для продвижения инструмента вперед в скважине и/или обеспечения нагрузки на долото во время выполнения операции. Настоящее изобретение также относится к скважинной системе.

10 Операции скважинного вмешательства, такие как чистка, фрезеровка, геофизическое исследование и опускание скользящих втулок часто выполняют при помощи самодвижущегося приводного блока, перемещающего рабочий инструмент вперед в скважине. При геофизическом исследовании скорость приводного блока должна быть совершенно неизменной на протяжении нескольких километров, а при других операциях нагрузка на долото (WOB) во время операции фрезеровки на 15 глубине нескольких километров в скважине должна быть неизменной. При продвижении инструмента вперед в скважине приводной блок также должен тянуть за собой кабель, и при продвижении инструмента все далее и далее в глубину скважины возрастает мощность для затягивания кабеля. Таким образом, в существующих приводных блоках скорость в последней части скважины вычисляют 20 на основе мощности, имеющейся в наличии в последней части скважины для затягивания кабеля и для поддержания определенной скорости, и приводной блок регулируют на поверхности для продвижения с рассчитанной скоростью, даже при наличии большей мощности в первой части скважины, где требуется меньшая мощность для затягивания кабеля, поскольку кабель там короче. Таким образом, 25 приводной блок не использует всю мощность, имеющуюся в первой части скважины, поскольку приводной блок может регулироваться только на поверхности для продвижения с одной заданной скоростью. В некоторых усовершенствованных приводных блоках приводной блок имеет первую приводную секцию и вторую приводную секцию, и при продвижении в первой части скважины вторая приводная 30 секция выключена, чтобы вся мощность распределялась на первую приводную секцию, и, таким образом, приводной блок способен обеспечивать большую скорость по сравнению с той, которая была бы в случае активации обеих приводных секций. Такие приводные блоки должны работать на двух разных скоростях.

35 Задачей настоящего изобретения является полное или частичное преодоление вышеуказанных недостатков и изъянов уровня техники. Более конкретно, целью

является создание улучшенного скважинного самодвижущегося кабельного инструмента, способного обеспечивать продвижение с большими возможностями регулирования скорости по сравнению с решениями существующего уровня техники.

5 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 скважинному самодвижущемуся кабельному инструменту для продвижения инструмента вперед в скважине и/или для обеспечения нагрузки на долото во время выполнения операции, включающему:

- 10 - корпус инструмента,
 - электродвигатель, функционирующий со скоростью вращения и запитываемый через кабель,
 - множество выдвигаемых плечевых агрегатов, подвижно соединенных на конце 15 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 20 плеча одного из плечевых агрегатов,
 - 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
 - первый датчик давления, измеряющий второе давление текучей среды, например, 25 непрерывно измеряющий второе давление текучей среды,
- причем скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также включает гидравлическую секцию, включающую первый контролируемый клапан, контролирующий первое давление текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды.

30 Благодаря наличию первого контролируемого клапана, контролирующего первое давление текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды, на колеса не оказывается чрезмерное направленное наружу давление. Чем выше второе давление текучей среды, тем выше должно быть первое давление. При 35 низком втором давлении текучей среды первое давление регулируют для приведения в соответствие с низким вторым давлением текучей среды, таким образом, чтобы мощность впустую не расходовалась на обеспечение большего, чем необходимо, первого давления текучей среды. Кроме того, если первое давление

текучей среды 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.

5

В одном аспекте первый датчик давления может непрерывно измерять второе давление текучей среды.

10 Данные, представляющие измеренное второе давление текучей среды, сообщаются на электрический блок управления.

15 Электрический блок управления позволяет электрически контролировать первый контролируемый клапан путем подачи электрической энергии на клапан для перемещения клапана в более или менее открытую позицию. Таким образом, первый контролируемый клапан контролирует первое давление текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды.

20 Датчик и клапан можно рассматривать как контур обратной связи, в котором измерение передается обратно для 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, выдвигающего плечи, в зависимости от скорости вращения колес.

25 Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент может быть скважинным самодвижущимся кабельным инструментом с гидравлическим приводом, таким как скважинный кабельный трактор.

30 Кроме того, первый гидравлический насос может создавать первое давление текучей среды для выдвигания множества выдвигаемых плечевых агрегатов.

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

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

Дополнительно, 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, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать электрический блок управления для контролирования скорости вращения электродвигателя.

Кроме того, электродвигатель может быть первым электродвигателем.

15

Кроме того, электрический блок управления может включать главный и/или моторный драйвер или инвертор напряжения.

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

Дополнительно, электрический блок управления может быть выполнен с возможностью определения выходного крутящего момента электродвигателя.

25 Кроме того, электрический блок управления может быть выполнен с возможностью измерения трех фаз в электродвигателе и определения выходного крутящего момента двигателя путем измерения тока в трехфазном электродвигателе.

Кроме того, электрический блок управления может включать моторный привод.

30

Кроме того, электрический блок управления может быть выполнен с возможностью определения максимально допустимой скорости вращения двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя.

35 Кроме того, электрический блок управления может быть выполнен с возможностью сравнения рабочей скорости вращения с максимально допустимой скоростью вращения двигателя.

- Дополнительно, электрический блок управления может быть выполнен с возможностью регулирования 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
- Кроме того, электрический блок управления может включать конденсатор, функционирующий в качестве накопителя энергии или аккумулятор.
- 10
- Кроме того, гидравлическая секция также может включать второй датчик давления.
- Кроме того, гидравлическая секция может быть выполнена с возможностью измерения первого и второго значений давления текучей среды при помощи первого датчика давления и второго датчика давления и для контроля над клапанами на основе измеренных давлений текучей среды.
- 15
- Кроме того, гидравлическая секция может измерять давление текучей среды для вращения колес, которое является вторым давлением текучей среды, первое давление текучей среды для выдвижения плечевых агрегатов и/или третье давление текучей среды в компенсаторе.
- 20
- Кроме того, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать второй электродвигатель, приводящий в действие второй гидравлический насос, причем первый электродвигатель приводит в действие первый гидравлический насос.
- 25
- Дополнительно, второй гидравлический насос может создавать третье давление текучей среды для выдвижения второго множества выдвигаемых плечевых агрегатов.
- 30
- Кроме того, второй гидравлический насос может создавать четвертое давление текучей среды для приведения в действие гидравлического(их) двигателя(ей), вращающего(их) второе множество колес.
- 35
- Кроме того, второй гидравлический насос может создавать третье давление текучей среды для выдвижения второго множества выдвигаемых плечевых агрегатов, причем второй гидравлический насос создает четвертое давление текучей среды для приведения в действие гидравлического(их) двигателя(ей), вращающего(их) второе

множество колес.

Кроме того, гидравлическая секция может быть первой гидравлической секцией.

- 5 Кроме того, скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также может включать вторую гидравлическую секцию, включающую третий контролируемый клапан, контролирующий третье давление текучей среды, и четвертый контролируемый клапан, контролирующий четвертое давление текучей среды.
- 10 Дополнительно, контролируемый(е) клапан(ы) может (могут) быть электрически регулируемым(и) / контролируемым(и).

Кроме того, контролируемый(е) клапан(ы) может (могут) быть электрически регулируемым(и) / контролируемым(и) с поверхности.

- 15 Кроме того, контролируемый(е) клапан(ы) может (могут) быть контролируемым(и) электронными средствами при помощи электрического блока управления.

- 20 Кроме того, первый контролируемый клапан и второй контролируемый клапан может (могут) быть контролируемым(и) электронными средствами при помощи электрического блока управления.

- 25 Кроме того, третий контролируемый клапан и четвертый контролируемый клапан может (могут) быть контролируемым(и) электронными средствами при помощи электрического блока управления.

Кроме того, электрический блок управления может быть расположен в корпусе инструмента.

- 30 Кроме того, гидравлическая секция может быть расположена в корпусе инструмента.

Кроме того, электродвигатель(и) может (могут) быть синхронным(и) двигателем(ями).

- 35 Дополнительно, электрический блок управления также может включать блок регулирования напряжения.

Кроме того, электрический блок управления также может включать блок измерения

электрического тока.

Кроме того, электрический блок управления также может включать блок измерения электрического напряжения.

5

Кроме того, электрический блок управления позволяет контролировать контролируемый(е) клапан(ы) на основе электрического тока и/или электрического напряжения, измеряемых электрическим блоком управления.

10 Кроме того, контролируемый(е) клапан(ы) может (могут) быть контролируемым(и) клапаном(ами) сброса давления.

Кроме того, 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.

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.

25

Кроме того, инструментальная колонна может включать первый скважинный самодвижущийся кабельный инструмент и второй скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, включающий:

- корпус инструмента,
- 30 - второй 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 третьего потока текучей среды, имеющего третье давление текучей
- 35 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,
- по меньшей мере один второй гидравлический насос, приводимый в действие вторым электродвигателем для создания четвертого давления текучей среды четвертой текучей среды для приведения в действие гидравлического(их) двигателя(ей), вращающего(их) колесо(а), и
- 5
- датчик давления, измеряющий четвертое давление текучей среды, например, непрерывно измеряющий четвертое давление текучей среды, причем второй скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также включает вторую гидравлическую секцию, включающую третий контролируемый клапан,
- 10
- контролирующий 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.
- 15
- Наконец, настоящее изобретение также относится к скважинной системе, включающей скважинный самодвижущийся кабельный инструмент, кабель и пользовательский интерфейс на поверхности для контролирования по меньшей мере части скважинного самодвижущегося кабельного инструмента.
- 20
- 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:
- 25
- Фигура 1 показывает скважинный самодвижущийся кабельный инструмент в соответствии с изобретением, имеющий две колесных секции, приводимых в действие одним электродвигателем и одним гидравлическим насосом,
- 30
- 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,
- 35
- 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,
- Фигура 4 показывает еще один скважинный самодвижущийся кабельный инструмент,

включающий сжимающий переводник и рабочий инструмент для выполнения операции в скважине, такой как фрезеровка долотом,

5 Фигура 5 показывает способ контроля скважинного самодвижущегося кабельного инструмента с некоторыми необязательными этапами и

Фигура 6 показывает график кривой мощности, касающийся тяговой силы и скорости инструмента.

10 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.

15 Фигура 1 показывает скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 для продвижения инструмента вперед в скважине 2 и потенциально также для обеспечения нагрузки на долото 39 во время выполнения операции, как показано в инструменте 1 на Фигуре 4. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 включает корпус инструмента 3 и электродвигатель 4, работающий со скоростью вращения и запитываемый через кабель 5. Скважинный самодвижущийся кабельный
20 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, причем каждое колесо включает гидравлический двигатель 10
25 для вращения колеса для обеспечения самостоятельного перемещения, причем каждое колесо соединено с концом второго плеча 11 одного из плечевых агрегатов 6, таким образом, чтобы колесо зацеплялось со стенкой при выдвигении плеча. Электродвигатель 4 выполнен с возможностью приведения в действие первого гидравлического насоса 12 для создания второго давления текучей среды второй
30 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 датчик давления 49,
35 непрерывно измеряющий второе давление текучей среды, и гидравлическую секцию 15, включающую первый контролируемый клапан 16, контролирующий первое давление текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды.

Благодаря наличию первого контролируемого клапана, контролирующего первое давление текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды, на колеса не оказывается чрезмерное направленное наружу давление. Чем выше второе давление текучей среды, тем выше должно быть первое давление для продвижения скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 вперед в скважине наиболее оптимальным способом. При низком втором давлении текучей среды первое давление регулируют для приведения в соответствие с низким вторым давлением текучей среды, таким образом, чтобы мощность впустую не расходовалась на обеспечение большего, чем необходимо, первого давления текучей среды. Кроме того, если первое давление текучей среды 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.

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 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 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 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. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 также включает электрический блок управления 18 и кабельную головку 44 для соединения инструмента с кабелем 5.

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 регулируется (регулируются) электронными средствами. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 имеет две колесных секции 30, в которых одна вращается на 90 градусов по окружности инструмента относительно другой с целью центровки инструмента в скважине. В
5 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 1 включает рабочий инструмент, как показано на Фигуре 2.

10
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
15 гидравлической жидкостью в инструменте.

На Фигуре 1 электрический блок управления 18 контролирует скорость вращения электродвигателя 4 и, таким образом, также скорость вращения насоса 12, а также скорость перемещения скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1
20 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
25 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 электродвигателя 4. Кабели, применяемые для операций вмешательства, в которых применяют такой скважинный самодвижущийся
30 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 вычисленном, либо измеренном, известен также предел мощности P операции, и этот предел мощности P показан на Фигуре 6. При
35 увеличении выходного крутящего момента двигателя потребляемый ток соответственно увеличивается, и по достижении предела тока скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 требует уменьшения его скорости, т. е., движения вдоль кривой предела мощности на Фигуре 6. Его выполняют несколькими

способами, один из которых, очень простой, показан на Фигуре 5.

5 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 A , показанной на Фигуре 6 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, 10 необходимой в любом месте в скважине.

На Фигуре 5 представлен способ 100 для контролирования скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1. Способ включает спуск 110 скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 в ствол скважины 2, 15 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 с первым усилием, определение 130 выходного крутящего момента двигателя и определение 140 максимально 20 допустимой скорости вращения двигателя в зависимости от выходного крутящего момента двигателя с целью сравнения 150 рабочей скорости вращения с максимально допустимой скоростью вращения двигателя. Способ контроля 100 также включает регулирование 160 рабочей скорости вращения электродвигателя 4 на основе сравнения с целью регулирования первой скорости до второй скорости, если 25 рабочая скорость вращения выше, чем максимально допустимая скорость вращения двигателя.

Таким образом, обеспечивается очень простой способ регулирования скорости скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 с гидравлическим 30 приводом, поскольку регулируется только двигатель для ограничения скорости, и более сложная гидравлическая секция лишь регулирует первый контролируемый клапан 16 для контролирования первого давления текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды, таким образом, оптимизируя подачу достаточной мощности для выдвигания колесных рычагов, но не более, чем требуется. Скорость 35 скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 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 1 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 4, требует снижения, чтобы не был превышен предельный ток. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 с гидравлическим приводом, таким образом, контролируют для непрерывного регулирования его скорости до максимума без превышения предельного тока кабеля 5. Благодаря наличию первого контролируемого клапана 16, контролирующего первое давление текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды, 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 скважины сверх потребления для оптимального трения между колесами 8 и стенкой для продвижения вперед скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 с гидравлическим приводом.

На Фигуре 6 показано, что максимальная скорость скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1 с гидравлическим приводом зависит от максимально допустимой скорости вращения электродвигателя 4, а максимальное усилие зависит от минимально допустимой скорости вращения электродвигателя. 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.

Электрический блок управления 18 включает моторный привод 28, ствольную задвижку и/или инвертор напряжения. Электрический блок управления 18 определяет 145, или моторный привод 28 определяет 145а рабочую скорость вращения электродвигателя 4, и моторный привод 28 выполнен с возможностью измерения 125 тока по трем фазам для определения 130 выходного крутящего момента электродвигателя 4. Электрический блок управления 18 или моторный привод 28 выполнен с возможностью определения 140 максимально допустимой скорости 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 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 потребляемый ток / входной ток на электродвигатель и измерять 135b входное напряжение на электродвигатель 4, 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.

Путем измерения фактического потребляемого тока и напряжения для электродвигателя 4 максимально допустимую скорость двигателя определяют с большей точностью, поскольку эффективность электродвигателя 4 колеблется в зависимости от рабочей скорости вращения электродвигателя 4. Таким образом, при высокой скорости вращения потребляемый ток является меньшей, 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.

Допустимый эффект электродвигателя 4 колеблется в зависимости от температуры, и, таким образом, при более низких температурах, например, ниже 200°С, электродвигатель может работать с более высоким эффектом, 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 Способ, представленный на Фигуре 5, 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 двигатель в зависимости от выходного крутящего момента.

10

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.

15

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 переводник 33, включающий датчик нагрузки 34, смежный с инструментом механической обработки 32, с целью измерения фактической нагрузки на долото 39. 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 переводник 33, включающий датчик нагрузки 34, располагается между электрическим блоком управления 40 и приводной секцией 30, включающей колеса 8 на выдвигаемых плечевых агрегатах 6.

20

25

На Фигуре 3 электродвигатель 4 представляет собой первый электродвигатель, 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 давления первой текучей среды для выдвигания выдвигаемых плечевых агрегатов 6 и второй текучей среды для вращения колес 8 первой приводной секции 30a, а второй электродвигатель 22, таким образом, приводит в действие второй гидравлический насос 14 для создания

30

35

давления третьей текучей среды для выдвижения выдвижных плечевых агрегатов 23 и четвертой текучей среды для вращения колес 24 второй приводной секции 30b. Множество выдвижных плечевых агрегатов 23 подвижно соединены на конце первого плеча 7b с корпусом инструмента 3, и каждое колесо 8 включает гидравлический двигатель 10b для вращения колеса для обеспечения самостоятельного перемещения, причем каждое колесо 8 соединено с концом второго плеча 11b одного из выдвижных плечевых агрегатов 23. Второй гидравлический насос 14 создает третье давление текучей среды третьей текучей среды для защиты второго множества выдвижных плечевых агрегатов 23. Второй гидравлический насос 14 создает четвертое давление текучей среды четвертой текучей среды для приведения в действие гидравлического(их) двигателя(ей) 10, 10b, вращающих второе множество колес 24. Гидравлическая секция 15 для первой приводной секции 30a является первой гидравлической секцией, 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 контролируруемыми 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).

Инструментальная колонна с Фигуры 3, таким образом, представляет собой два скважинных самодвижущихся кабельных инструмента 1a, 1b, смонтированных как один кабельный инструмент, причем каждый имеет отдельный электрический блок управления, отдельный электродвигатель 4, один или два отдельных гидравлических насоса, отдельную гидравлическую секцию и одну или несколько отдельных приводных секций 30. Как показано на Фигуре 3, скважинная самодвижущаяся кабельная инструментальная колонна также включает поверхностный считывающий модуль 29, сообщающий инструкции с поверхности на каждый инструмент и отправляющий измеренные параметры инструмента, такие как первое давление текучей среды, второе давление текучей среды, третье давление текучей среды, четвертое давление текучей среды, рабочая скорость вращения электродвигателя и/или выходной крутящий момент двигателя, на поверхность.

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, 30а с колесами 8 на выдвигаемых плечевых агрегатах 6. Второй скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1b включает электрический блок управления 18b, электродвигатель 22, один или два гидравлических насоса 14, гидравлическую секцию 15 и приводную секцию 30, 30b с колесами 24 на выдвигаемых плечевых агрегатах 23. Первый скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1а 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 и поддается (поддаются) контролю с поверхности. Мощность, подаваемая на инструментальную колонну, таким образом, разделяется поровну 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, 1а, 1b в ствол скважины 2, этап подачи 120 электропитания включает подачу электропитания на первый и второй скважинные самодвижущиеся кабельные инструменты 1, 1а, 1b для функционирования первого и второго скважинных самодвижущихся кабельных инструментов 1, 1а, 1b с первой 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 электродвигателей, 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 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.

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

На Фигуре 4 скважинный самодвижущийся кабельный инструмент 1 включает пользовательский интерфейс 36 на поверхности 37 для контролирования по меньшей мере части скважинного самодвижущегося кабельного инструмента. 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 1a, 1b находятся в параллельном электрическом соединении. Скважинная самодвижущаяся кабельная инструментальная колонна также может включать инструмент для возвратно-поступательного перемещения, хотя он не показан. 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 действие

скважинный самодвижущуюся кабельную инструментальную колонну, имеющую по меньшей мере один насос для каждой приводной секции без нарушения синхронизации первого скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1a и второго скважинного самодвижущегося кабельного инструмента 1b, когда один движется быстрее другого и, таким образом, действует как "тормоз".

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 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 6) инструментальной колонны, имеющей по меньшей мере один насос для каждой 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 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.

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.

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 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.

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.

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. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент (1) для продвижения инструмента вперед в скважине (2) и/или для обеспечения нагрузки на долото во время выполнения операции, включающий:

- корпус инструмента (3),
- электродвигатель (4), функционирующий со скоростью вращения и запитываемый через кабель (5),
- множество выдвигаемых плечевых агрегатов (6), подвижно соединенных на конце первого плеча (7) с корпусом инструмента и выдвигающихся от корпуса инструмента под действием первой текучей среды, оказывающей первое давление текучей среды,
- множество колес (8) для контактирования со стенками (9) скважины, каждое колесо включает гидравлический двигатель (10) для вращения колеса для обеспечения самостоятельного перемещения, каждое колесо соединено с концом второго плеча (11) одного из плечевых агрегатов,
- первый гидравлический насос (12), 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
- первый датчик давления (49), измеряющий второе давление текучей среды, причем скважинный самодвижущийся кабельный инструмент также включает гидравлическую секцию (15), включающую первый контролируемый клапан (16), контролирующий первое давление текучей среды в зависимости от второго давления текучей среды.

2. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по п. 1, отличающийся тем, что первый гидравлический насос создает первое давление текучей среды для выдвигания множества выдвигаемых плечевых агрегатов.

3. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по п. 1, также включающий второй гидравлический насос (14) для создания первого давления текучей среды для выдвигания множества выдвигаемых плечевых агрегатов.

4. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что гидравлическая секция также включает второй контролируемый клапан (17), контролирующий второе давление текучей среды.

5. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по любому из

предшествующих пунктов, также включающий электрический блок управления (18) для контролирования скорости вращения электродвигателя.

6. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по любому из предшествующих пунктов, также включающий второй электродвигатель (22), приводящий в действие второй гидравлический насос (14), первый электродвигатель приводит в действие первый гидравлический насос.

7. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что второй гидравлический насос создает третье давление текучей среды для выдвигания второго множества выдвигаемых плечевых агрегатов (23), второй гидравлический насос создает четвертое давление текучей среды для приведения в действие гидравлического(их) двигателя(ей), вращающего(их) второе множество колес (24).

8. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по п. 7, также включающий вторую гидравлическую секцию (25), включающую третий контролируемый клапан (26), контролирующий третье давление текучей среды, и четвертый контролируемый клапан (27), контролирующий четвертое давление текучей среды.

9. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по любому из пунктов 1, 4 и 8, отличающийся тем, что контролируемый(е) клапан(ы) электронно контролируем(ы) при помощи электрического блока управления (18).

10. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по п. 5, отличающийся тем, что электрический блок управления также включает блок регулирования напряжения (19).

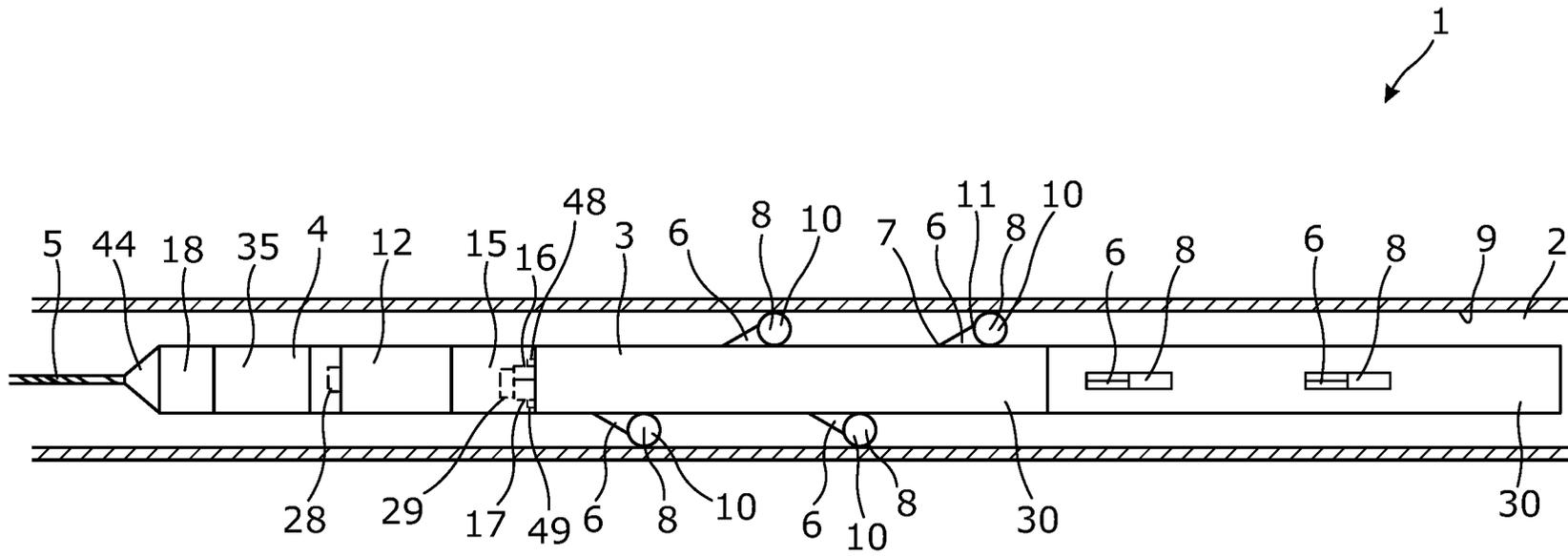
11. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по пп. 5 или 10, отличающийся тем, что электрический блок управления также включает блок измерения электрического тока (20).

12. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по любому из пунктов 5, 10 и 11, отличающийся тем, что электрический блок управления также включает блок регулирования напряжения, включающий блок измерения электрического напряжения.

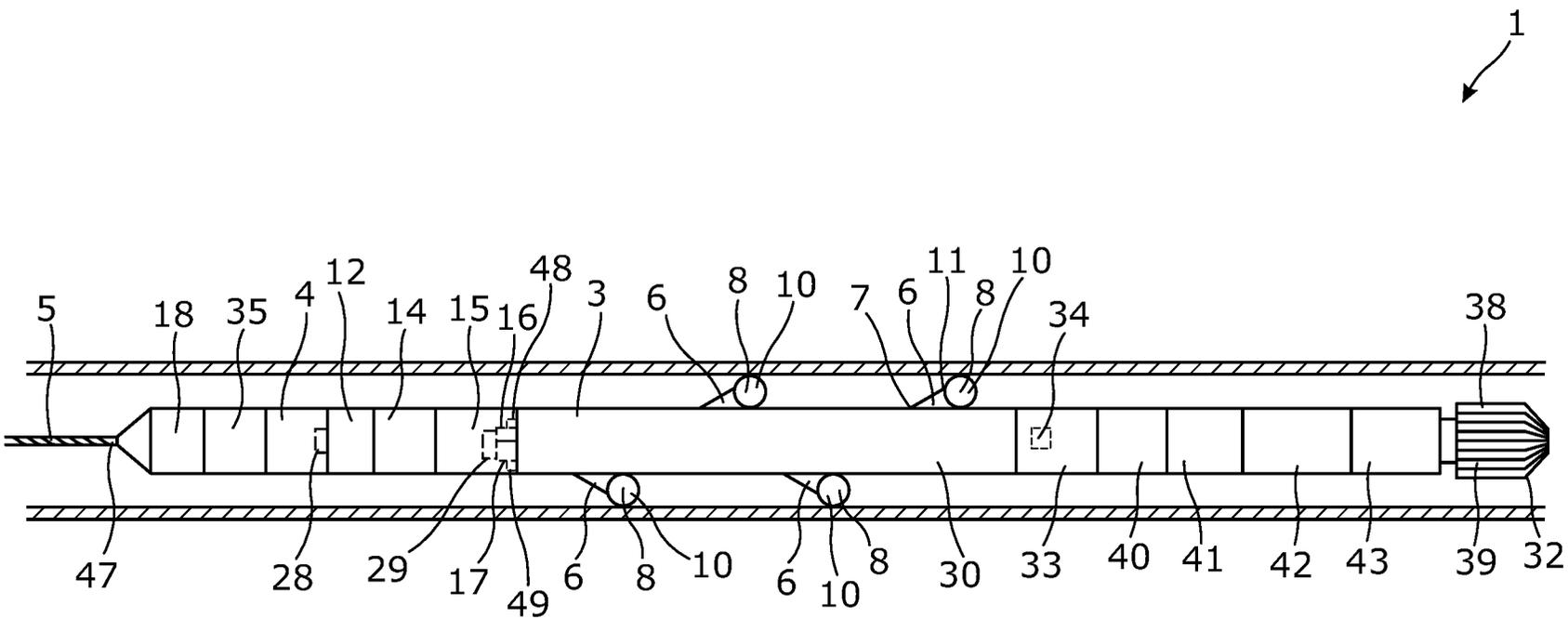
13. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по любому из пунктов 1, 4 и 8, отличающийся тем, что электрический блок управления контролирует контролируемый(е) клапан(ы) на основе электрического тока и/или электрического напряжения, измеряемых электрическим блоком управления.

14. Скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по любому из пунктов 1, 4, 8 и 13, отличающийся тем, что контролируемый(е) клапан(ы) является (являются) контролируемым(и) клапаном(ами) сброса давления.

15. Скважинная система, включающая скважинный самодвижущийся кабельный инструмент по любому из предшествующих пунктов, кабель и пользовательский интерфейс на поверхности для контролирования по меньшей мере части скважинного самодвижущегося кабельного инструмента.

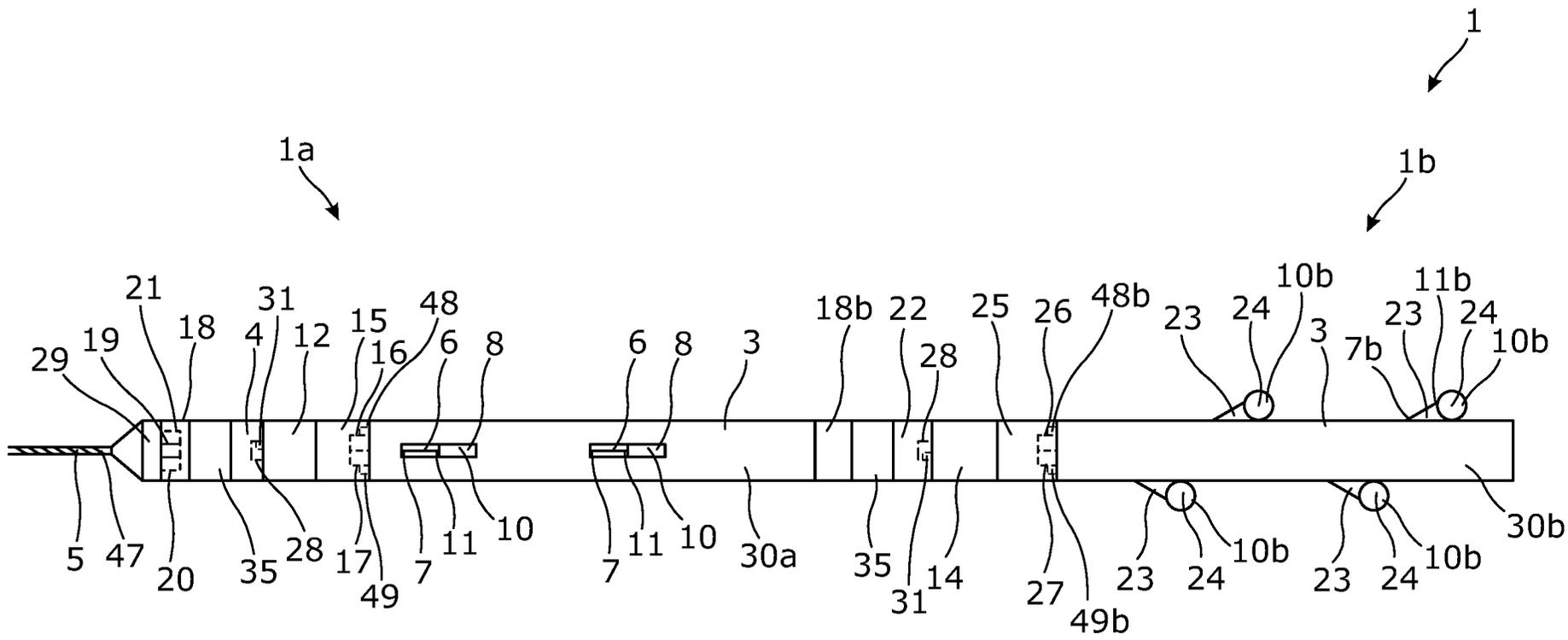


Фиг. 1

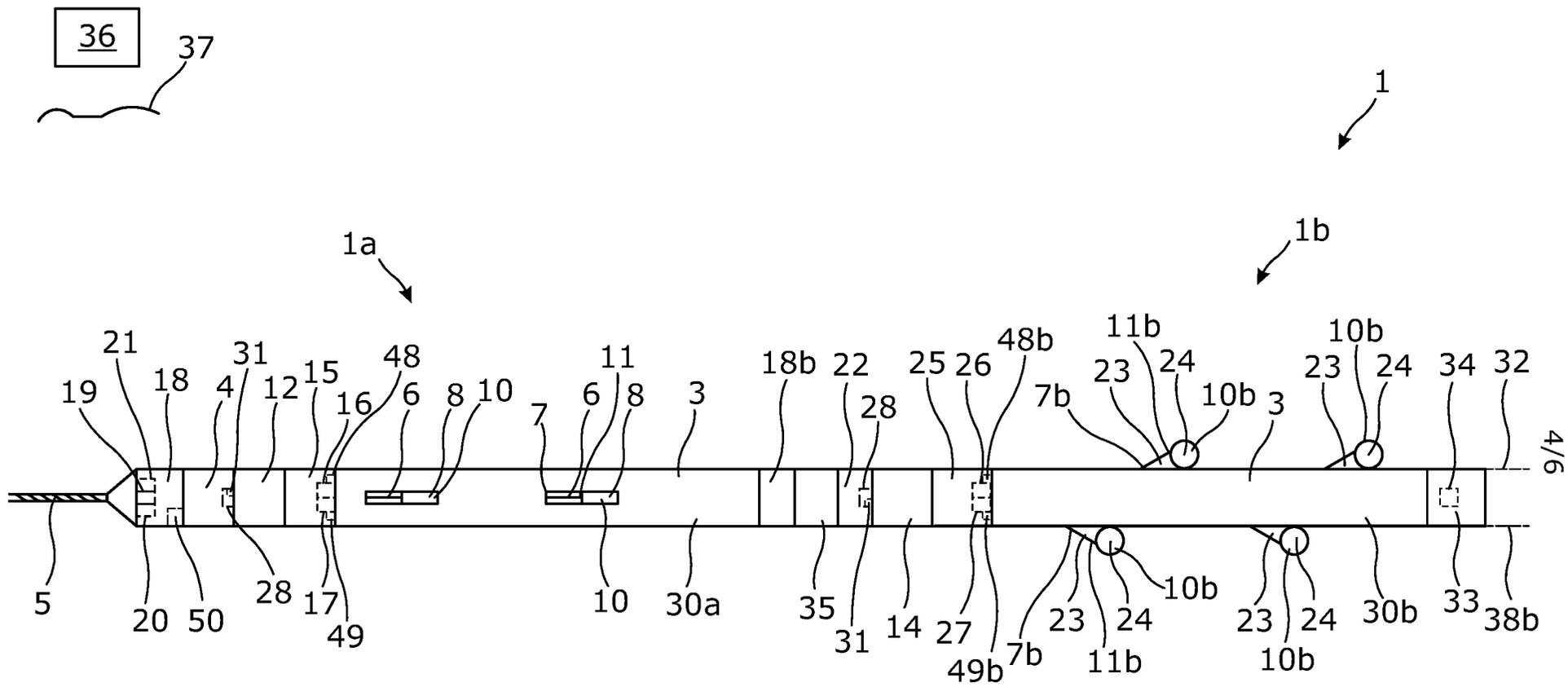


2/6

Фиг. 2

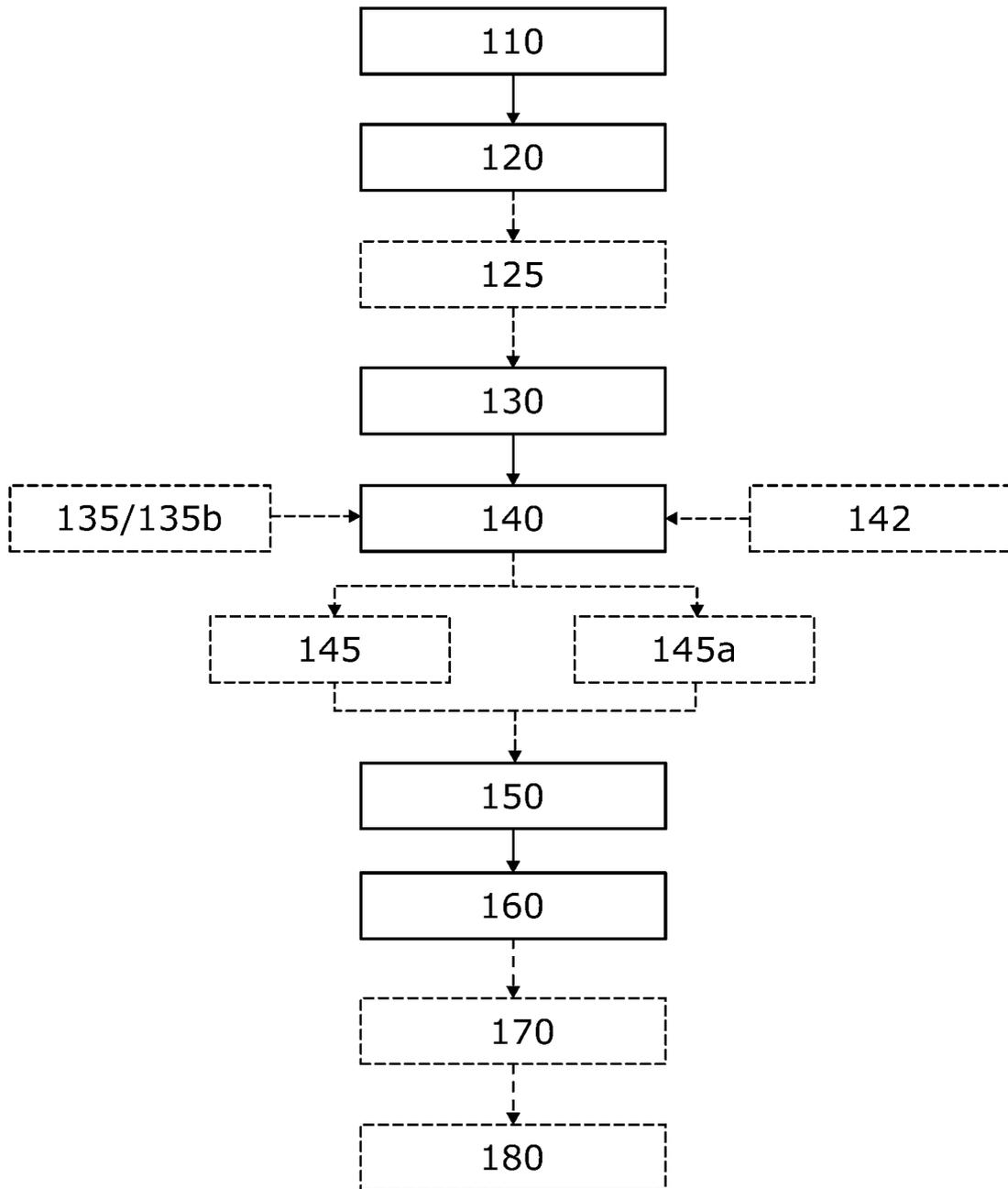


Фиг. 3

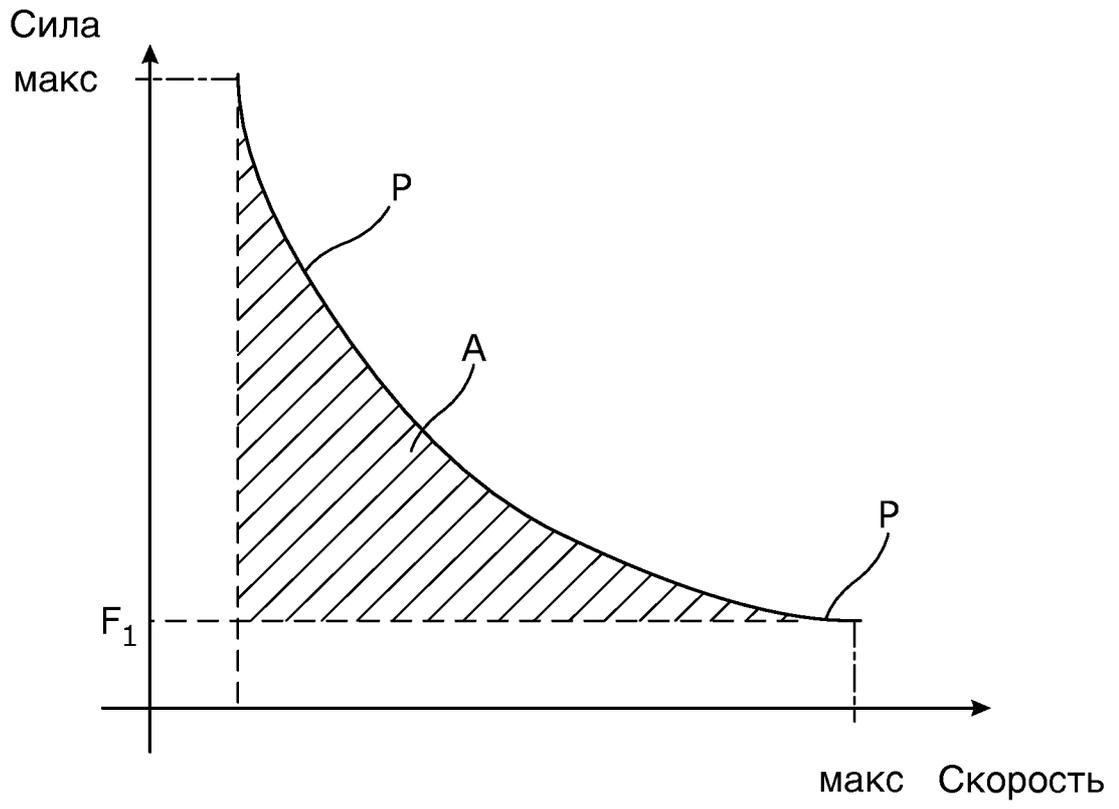


Фиг. 4

100



Фиг. 5



Фиг. 6