

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201991861** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки
2020.02.25

(51) Int. Cl. *E21B 47/08* (2012.01)
G01B 5/12 (2006.01)
G01V 11/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2018.02.06

(54) **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРИ СКВАЖИННЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ ИЛИ
ОТНОСЯЩИЕСЯ К ТАКОВЫМ**

(31) 1701894.6

(72) Изобретатель:

(32) 2017.02.06

**Уоддингтон Марк, Аддарио
Маурилльо (GB)**

(33) GB

(86) PCT/GB2018/050331

(74) Представитель:

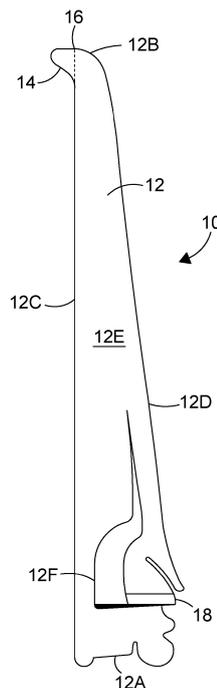
(87) WO 2018/142165 2018.08.09

Медведев В.Н. (RU)

(71) Заявитель:

РИД КЕЙЗД ХОУЛ ЛИМИТЕД (GB)

(57) Рычаг каверномера для использования в качестве части многорычажного кавернометрического каротажного прибора имеет основную часть, образованную, по существу, из первого материала, и наконечник рычага, образованный, по существу, из второго материала, который имеет большую механическую износостойкость, чем первый материал. Первый материал и второй материал непосредственно сплавлены друг с другом на шве между первым материалом и вторым материалом. Наконечник рычага может содержать множество последовательно наплавленных слоев второго материала, внешняя поверхность которых может быть затем обработана механически после наплавления множества слоев. Второй материал может быть композиционным материалом из карбида вольфрама в сочетании с основным материалом, в который карбид кремния включен и который надежно соединяется с рычагом.



201991861 A1

201991861 A1

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРИ СКВАЖИННЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ ИЛИ ОТНОСЯЩИЕСЯ К
ТАКОВЫМ**

Настоящее изобретение относится к устройствам для выполнения скважинных измерений, а более конкретно, к рычагу каверномера, используемому в многорычажном кавернометрическом каротажном приборе, и в частности, к рычагу каверномера, имеющему долговечный наконечник.

В патентных документах CN201280930, GB2281968, EP2474771 и US2016/918548 представлены предшествующие раскрытия приборов для контроля обсадных колонн, которые являются полезными для понимания настоящего изобретения.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

При бурении нефтяных и газовых скважин обсадную колонну используют для поддержания ствола скважины и она действует как барьер между стволом скважины и пластом. Обсадные трубы и другие трубы, такие как нижние трубы обсадной колонны и эксплуатационная насосно-компрессорная колонна, используемые в стволе скважины, находятся в экстремальных условиях, обусловленных воздействием температуры, давления и химическим воздействием. В результате обсадная колонна может стать склонной к короблению, изменению площади поперечного сечения от идеальной круговой до эллиптической или к смещению от центра вместе с соответствующими изменениями на протяжении длины. Кроме того, внутренняя поверхность обсадной колонны может подвергаться коррозии и химической абразии, приводящим к шероховатости, выкрашиванию и потере материала. Это ухудшение обсадной колонны может оказывать разрушающее воздействие на скважину, если обсадная колонна становится настолько тонкой, что больше не может действовать как барьер для давления и растрескивается, при этом возникает утечка и становится возможным протекание флюидов между стволом скважины и пластом, или искривляется и создает препятствие другим трубам, спускаемым в ствол скважины.

Поэтому обсадные колонны периодически контролируют. Это достигается спуском каротажного прибора в ствол скважины. Эти приборы спускают на каротажном кабеле или каротажном тросе. Прибор содержит различные инструменты, предназначенные для измерения размеров обсадной колонны, например внутреннего диаметра (размера по каверномеру) и толщины стенки на всем

протяжении длины обсадной колонны. Типичный кавернометрический прибор из предшествующего уровня техники показан на фиг. 1. Кавернометрический прибор А включает в себя рычаги В, которые смещаются в открытое положение для контакта с внутренней поверхностью С обсадной колонны D. Прибор А снабжен механизмом Е каверномера, имеющим некоторое количество рычагов В, и обычно на одном приборе расположены от 24 до 56 рычагов. Каждый рычаг В прикреплен на первом конце к удлиненному валу F прибора А, а рычаги В расположены по окружности относительно прибора А, при этом дистальный конец каждого рычага А способен смещаться наружу. Прибор А вводят в скважину в закрытом положении (непоказанном), а затем рычаги смещают наружу. Центрирующие ролики G, предусмотренные на валу F, центрируют прибор А в обсадной колонне D, после чего прибор А медленно извлекают из скважины. Когда каверномер Е перемещают по обсадной колонне D, рычаги В или плечи рычага отслеживают контур внутренней стенки С обсадной колонны. Механическое приведение в действие каждого рычага В обнаруживается в приборе А и преобразуется в данные, которые могут быть использованы для образования с высоким разрешением представления радиальной и вертикальной структуры внутреннего пространства обсадной колонны. На основании этого представления может быть идентифицирован диапазон коррозии от образования небольших ямок и отложений до осевых сколов в обсадной колонне.

Для реагирования на небольшие отклонения стенки обсадной колонны рычаги отливают из тонкого металла со скругленным верхним наконечником, который соприкасается с внутренней поверхностью обсадной колонны. Каждый рычаг обычно образуют из бериллиевой меди, сплава, который ценится вследствие выполняемой без труда механической обработки и в то же время имеет высокую прочность на растяжение. Кроме того, он является искробезопасным и поэтому не выбрасывает искры или «холодные искры» при ударе по другим металлам. Это является требованием к материалам, используемым в нефтегазовых скважинах.

Хотя бериллиевая медь обладает многими преимуществами, она также имеет крупный недостаток. Она представляет собой мягкий металл и поэтому наконечники рычагов обычно быстро истираются. Эта необходимость регулярного контроля и замены рычагов для гарантии выполнения точных измерений добавляется ко времени и затратам при использовании прибора.

Специалисты в данной области техники должны признавать, что карбид вольфрама является материалом, который выдерживает неблагоприятные условия окружающей среды, связанные с коррозией, высокой температурой, ударом, высокими сжимающими нагрузками, деформацией и интенсивным абразивным износом. Однако он тяжелее, чем бериллиевая медь, а механическая обработка его является трудной. Следовательно, невозможно изготавливать рычаги только из карбида вольфрама или цементированного карбида.

В попытке повышения долговечности и износостойкости рычагов карбид вольфрама наносили в качестве покрытия на наконечники. Это дает ограниченное повышение эксплуатационного использования, поскольку вольфрам также истирается относительно быстро вследствие большого количества факторов. Кроме того, обнаружилось, что он отделяется, когда рычаги используют в сильно коррозионных средах, таких как скважины с высоким содержанием сероводорода. Скважины с высоким содержанием сероводорода содержат сульфид водорода и на краях или на местах дефектов покрытия, таких как растрескивание или истирание покрытия, сульфид водорода вызывает отслаивание. В результате требуется постоянный контроль рычагов и может быть трудно определять степень износа.

Кроме того, шарик из карбида вольфрама прикрепляли к наконечнику. Этим успешно создавали поверхность карбида вольфрама для контакта со стенкой обсадной колонны и получали легко определяемый индикатор истирания, поскольку шарик изменяет форму при истирании. Однако точка контакта является точкой пониженной прочности и шарик может стать легко отделяемым.

Часть наконечника удаляли и вставку из карбида вольфрама прикрепляли для получения износостойкого участка контакта. Вставку закрепляли пайкой или пайкой тугоплавким припоем.

Обоими процессами, как пайкой тугоплавким припоем, так и обычной пайкой, два отдельных металла объединяли с металлическим рычагом, который становился наплавленным твердым припоем или обычным припоем, который обтекал шов и образовывал соединение, на которое можно было полагаться. Хотя этим способом соединения создавали соединение, которое может быть очень трудноразличимым, которое может работать в широком диапазоне тепловых излучений и температур и является механически устойчивым, оно имеет большой недостаток. Когда шарик или вставку используют в скважинных коррозионных средах, наличие сульфида водорода вызывает коррозию

паянного твердым припоем соединения и соединение разрушается, что приводит к потере вставки.

Поэтому задача настоящего изобретения заключается в создании рычага каверномера, имеющего износостойкий наконечник рычага каверномера.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Согласно первому аспекту изобретения предложен рычаг каверномера для использования в качестве части многорычажного кавернометрического каротажного прибора, при этом рычаг каверномера имеет основную часть, образованную по существу из первого материала, и наконечник рычага, образованный по существу из второго материала, рычаг каверномера имеет шов между первым материалом и вторым материалом, при этом второй материал имеет большую механическую износостойкость, чем первый материал; при этом на шве первый материал и второй материал непосредственно сплавлены друг с другом.

Согласно отдельным примерам наконечник рычага содержит множество последовательно наплавленных слоев второго материала. Согласно отдельным примерам наконечник рычага содержит механически обработанную внешнюю поверхность. В качестве опции множество наплавленных слоев второго материала механически обработаны после наплавления множества слоев второго материала относительно рычага.

При сплавлении первого материала и второго материала друг с другом образуется прочное металлургическое соединение, вследствие чего никакой другой материал не вводится в основную часть рычага каверномера и шов наконечника, наличие которого может ослабить рычаг каверномера.

В качестве опции первый материал содержит металлический сплав. Использование подходящего металлического сплава для основной части рычага каверномера облегчает изготовление основной части и в то же время основной части придается прочность на растяжение.

В качестве опции первый материал представляет собой или содержит бериллиевую медь. Использование бериллиевой меди облегчает механическую обработку основной части рычага и придает основной части рычага каверномера высокую прочность на растяжение и в то же время делает ее не дающей искр. Кроме того, предоставляется возможность на основе настоящего изобретения модернизировать существующие и изношенные рычаги каверномеров.

В качестве опции второй материал представляет собой или содержит композиционный материал. Использование подходящего композиционного материала для наконечника рычага позволяет использовать долговечные материалы для поверхности каверномера, которая находится в контакте с поверхностью обсадной колонны, вследствие чего обеспечивается более износостойкая и долговечная контактная поверхность каверномера и в то же самое время образуется прочное соединение с рычагом.

В качестве опции второй материал содержит карбид вольфрама. В качестве опции композиционный материал из второго материала содержит карбид вольфрама в сочетании с основным материалом, в который карбид вольфрама включен, и который более прочно соединяется с рычагом. Согласно отдельным примерам основной материал композита может быть металлом, например по меньшей мере одним из (или двумя из) никеля и хрома. Использование карбид-вольфрамового композиционного материала в качестве второго материала позволяет соединять долговечный материал с основной частью рычага надежным и экономичным способом, чтобы создавать истинное металлургическое соединение с очень высокой прочностью между частицами. Второй материал является механически износостойким вследствие воздействия частиц карбида кремния через верхнюю поверхность композита, что обеспечивает получение очень износостойкой и долговечной поверхности наконечника рычага и в то же самое время надежное присоединение второго материала к рычагу.

В качестве опции шов между первым материалом и вторым материалом образуют сваркой, в качестве опции без включения дополнительного материала в шов. В качестве опции каждый из первого и второго материала расплавляют на всем протяжении шва, чтобы они сплавлялись друг с другом при охлаждении для получения прочного чистого металлургически присоединенного шва. В качестве опции основной материал в композиционном втором материале расплавляют и сплавляют с первым материалом на шве, в качестве опции без изменения фазы других компонентов композиционного второго материала.

В качестве опции наконечнику придают форму, соответствующую существующим наконечникам рычагов каверномера. Таким образом, карбид вольфрама может быть основой для получения наконечника стандартной формы. Наконечник может иметь другой цвет и поэтому износ наконечника можно легко идентифицировать.

В качестве опции наконечник рычага каверномера содержит множество слоев второго материала. Таким образом, карбид-вольфрамовый материал легче наращивается путем наплавления последующих слоев.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения предложен способ изготовления рычага каверномера для использования в качестве части многорычажного кавернометрического каротажного прибора, при этом способ содержит этапы а) образования рычага каверномера из первого материала, б) наплавления второго материала на конец рычага каверномера и с) механической обработки по меньшей мере второго материала для образования наконечника рычага каверномера из по существу второго материала.

Таким образом, наконечник, образуемый на рычаге каверномера, выполняют из второго материала, который может быть более износостойким и более долговечным, чем первый материал.

В качестве опции этап (b) осуществляют с помощью сварки. При использовании сварки первый материал и второй материал нагревают до температуры, достаточной для того, чтобы каждый из первого материала и второго материала расплавлялся на всем протяжении шва, а материалы сплавлялись друг с другом при охлаждении.

В качестве опции этап (b) осуществляют с помощью лазерной сварки. Этим процессом создают управляемый нагрев наконечника рычага небольших размеров, например, на длине сварного шва меньше чем 1 см. Могут использоваться другие способы сварки, такие как электроннолучевой.

В качестве опции этап (b) содержит первое наваривание слоя второго материала на первый материал на месте нахождения шва и затем наваривание одного или нескольких дополнительных слоев второго материала на предшествующий слой второго материала. Нарращивание последовательных слоев второго материала от шва между первым и вторым материалами позволяет образовать на шве достаточное количество второго материала для придания наконечнику рычага требуемой формы механической обработкой.

В качестве опции этап (c) осуществляют путем шлифования второго материала на шве. Шлифование может быть алмазным шлифованием. Таким образом, для получения наконечника необходимо механически обрабатывать небольшую часть материала.

В качестве опции первый материал представляет собой или содержит бериллиевую медь. В качестве опции второй материал

представляет собой или содержит карбид-вольфрамовый композиционный материал. Таким образом, основную часть рычага образуют из легкого, без труда обрабатываемого механически материала и более долговечного, а наконечник образуют из более долговечного и более износостойкого материала.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Теперь только для примера вариант осуществления настоящего изобретения будет описан с обращением к нижеследующим чертежам, на которых:

фиг. 1 - вид конструкции известного многорычажного кавернометрического каротажного прибора; и

фиг. 2 - вид рычага каверномера согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Что касается фиг. 2, то на ней показан рычаг 10 каверномера, образованный из удлиненной основной части 12, имеющей первый конец 12А и дистальный конец 12В, переднюю сторону 12С и заднюю сторону 12D. Они окаймляют переднюю поверхность 12Е и заднюю поверхность (непоказанную). Основная часть между поверхностями рычага имеет толщину 0,5–2 мм. Чертеж выполнен приблизительно в масштабе применительно к варианту осуществления используемого рычага 10 одного вида. Следует понимать, что могут использоваться рычаги с другими формами или толщинами.

Дистальный конец 12В основной части 12 снабжен наконечником 14 рычага каверномера, который выступает от передней поверхности 12С. Наконечник 14 рычага каверномера соединен с основной частью 12 рычага каверномера на шве 16. Рычаг 10 каверномера прикреплен к механизму каверномера (позиция Е на фиг. 1) на первом конце 12А. Рычаг подпружинен посредством скользящей части 18 на задней поверхности 12D переднего конца 12А, которая может перемещаться к внутренней поверхности 12F для обеспечения повышенной разрешающей способности при выполнении измерения.

При использовании рычаг 10 соединен первым концом 12А с механизмом Е каверномера, который смещает рычаг 10 каверномера по направлению к передней поверхности 12С так, что наконечник 14 рычага приходит в контакт с внутренней стенкой С обсадной колонны D (см. фиг. 1).

Основная часть 12 рычага каверномера образована из первого

материала, который необязательно является металлическим сплавом, и в этом случае содержит бериллиевую медь. Наконечник 14 рычага каверномера образован из второго материала, который имеет большую механическую износостойкость, чем первый материал, и который в этом случае представляет собой композиционный материал, содержащий в этом примере карбид вольфрама, представленный в смеси с основным материалом, который в этом случае содержит либо никель, либо хром. Шов 16 между наконечником 14 рычага и основной частью 12 рычага представляет собой сварной шов с карбидом вольфрама, непосредственно наплавленным на бериллиевую медь. Карбид-вольфрамовый материал в наконечнике 14 обеспечивает получение твердого, стойкого к истиранию наконечника рычага, что гарантирует долговечность инструмента 10, поскольку он в состоянии выдерживать многократное использование при небольшом износе наконечника 14, возникающем в результате истирания внутренней поверхностью обсадной колонны.

Шов 16 расположен параллельно поверхности 12С и является продолжением ее, так что во время использования силы, действующие на наконечник 14, передаются перпендикулярно через шов 16. При наличии шва, образованного перпендикулярно к поверхности 12С, силы, прикладываемые к наконечнику 14 во время использования, будут действовать вдоль шва и могут быть причиной ослабления, расщепления или откалывания шва по линии шва. Кроме того, для образования наконечника 14 потребуется большее количество второго материала.

Наваривание шва 16 может быть выполнено с помощью лазерной сварки, которая приводит к нагреву первого материала и второго материала до достаточной температуры, так что каждый из первого материала и второго материала плавится на всем протяжении шва и сплавляется с другим по мере охлаждения. В этом примере основным материалом (например, никель или хром) второго материала расплавляют для сплавления с первым материалом на всем протяжении шва. Расплавления и сплавления только одного компонента композиционного второго материала (то есть, основного материала) обычно достаточно для образования шва без необходимости расплавления всех компонентов композиционного второго материала. При лазерной сварке тепло выгодно направляется на меньшую площадь, чем при традиционной сварке, например при сварке вольфрамовым электродом в инертном газе

(TIG), и снижается степень нагрева через материалы на расстоянии от шва 16. Поэтому образуется прочное металлургическое соединение, вследствие чего другой материал не вводят в основную часть рычага каверномера и шов 16 наконечника; такое металлургическое соединение уменьшает риск ослабления рычага 10 каверномера на шве 16. Специалистам в данной области техники должно быть понятно, что можно использовать другие способы, которые позволяют сплавлять материалы в отсутствие третьего материала.

В одном варианте осуществления наконечник рычага каверномера образуют из первого слоя карбид-вольфрамового материала, сплавляемого с бериллиево-медной основной частью 12 лазерной сваркой на всем протяжении шва 16. Затем другой слой карбид-вольфрамового материала приваривают к первому слою карбид-вольфрамового материала, который соединяют с основной частью 12 рычага. Затем, в свою очередь, последующие последовательные слои карбид-вольфрамового материала наплавливают на существующие слои, и опять, как обычно, расплавляют и наплавливают только основной материал из композиционного второго материала без необходимости плавления и наплавления всех компонентов второго материала. Наплавление последовательных слоев карбид-вольфрамового материала обеспечивает образование на шве 16 достаточного количества карбид-вольфрамового материала. После наплавления многочисленных слоев до высоты, требуемой для наконечника 14, наконечник 14 рычага механически обрабатывают, чтобы получить наконечник с требуемой формой и толщиной. Это необязательно должна быть форма, обнаруживаемая на типичных рычагах каверномера, используемая в настоящее время и показанная на фиг. 2.

В этом примере форму наконечнику 14 придают алмазным шлифованием или другими известными способами, используемыми относительно карбида вольфрама. Поскольку необходимо шлифовать только наконечник 14, этот процесс является эффективным и обеспечивает износостойкость и большой срок службы рычага 10 каверномера.

Кроме того, поскольку карбид-вольфрамовый материал имеет цвет, отличающийся от цвета бериллиевой меди, легко определять, что карбид-вольфрамовый материал истерся и в какой степени. Этим обеспечивается более простой и более быстрый способ определения износа рычага 10 каверномера.

Принципиальное преимущество настоящего изобретения заключается в том, что оно обеспечивает образование рычага каверномера с наконечником рычага, который надежно соединен с основной частью рычага, и тем самым обеспечивает образование устойчивого долговечного рычага каверномера.

Дальнейшее преимущество настоящего изобретения заключается в том, что оно обеспечивает образование рычага каверномера с долговечным наконечником, который менее склонен к повреждению при коррозионном воздействии химикатов, таких как химикаты, обнаруживаемые в скважинах с высоким содержанием сероводорода.

Специалистам в данной области техники должно быть понятно, что различные модификации изобретения, описанного в этой заявке, могут быть сделаны без отступления от объема его. Например, хотя каверномер образован из множества рычагов, смещаемых наружу, вместо этого каверномер может содержать множество упруго смещаемых элементов типа ножек, которые прикреплены к валу инструмента на каждом противоположном краю и имеют вилочный шарнир консольного типа, и эти элементы смещаются наружу до контакта со стенкой обсадной колонны. Такие конструкции ножек консольного типа на конце коленчатого соединения могут быть снабжены приваренным колпачком из карбид-вольфрамового материала, который будет находиться в контакте с внутренней стенкой обсадной колонны. Кроме того, могут использоваться другие устройства типа каверномера, которые имеют на месте контакта со стенкой обсадной колонны наконечник из приваренного карбид-вольфрамового материала.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Рычаг каверномера для использования в качестве части многорычажного кавернометрического каротажного прибора, при этом рычаг каверномера имеет основную часть, образованную по существу из первого материала, и наконечник рычага, образованный по существу из второго материала, рычаг каверномера имеет шов между первым материалом и вторым материалом, при этом второй материал имеет большую механическую износостойкость, чем первый материал; при этом на шве первый материал и второй материал непосредственно сплавлены друг с другом; в котором наконечник рычага содержит множество последовательно наплавленных слоев второго материала; в котором наконечник рычага содержит механически обработанную внешнюю поверхность; и в котором множество наплавленных слоев второго материала механически обработаны после наплавления множества слоев второго материала относительно рычага.

2. Рычаг каверномера по п. 1, в котором первый материал содержит металлический сплав.

3. Рычаг каверномера по п. 2, в котором первый материал содержит бериллиевую медь.

4. Рычаг каверномера по любому из п.п. 1-3, в котором второй материал представляет собой композиционный материал.

5. Рычаг каверномера по любому из п.п. 1-4, в котором второй материал содержит карбид вольфрама.

6. Рычаг каверномера по любому одному из п.п. 1-5, в котором второй материал представляет собой композиционный материал из карбида вольфрама и основного материала, содержащего по меньшей мере одно из никеля и хрома.

7. Рычаг каверномера по любому предшествующему пункту, в котором шов между первым материалом и вторым материалом образован сваркой.

8. Рычаг каверномера по любому предшествующему пункту, в котором второй материал представляет собой композит карбида вольфрама и основного материала, причем основной материал второго материала непосредственно сплавлен с первым материалом.

9. Рычаг каверномера по п. 8, в котором только основной материал в композиционном втором материале расплавляется для образования шва без расплавления других компонентов композиционного второго материала.

10. Способ изготовления рычага каверномера для

использования в качестве части многорычажного кавернометрического каротажного прибора, при этом способ содержит этапы, на которых:

образуют рычаг каверномера из первого материала;
последовательно наплавливают множество слоев второго материала на конец рычага каверномера; и
механически обрабатывают по меньшей мере второй материал, чтобы образовать наконечник рычага каверномера из по существу второго материала.

11. Способ изготовления рычага каверномера по п. 10, в котором этап последовательного наплавления множества слоев второго материала на конец рычага каверномера осуществляют с помощью сварки.

12. Способ изготовления рычага каверномера по п. 10 или 11, в котором этап последовательного наплавления множества слоев второго материала на конец рычага каверномера осуществляют с помощью лазерной сварки.

13. Способ изготовления рычага каверномера по любому одному из п.п. 10–12, в котором этап последовательного наплавления множества слоев второго материала на конец рычага каверномера содержит первое наваривание слоя второго материала на первый материал на месте нахождения шва и затем наваривание одного или нескольких дополнительных слоев второго материала на предшествующий слой второго материала.

14. Способ изготовления рычага каверномера по любому одному из п.п. 10–13, в котором этап механической обработки по меньшей мере второго материала для образования наконечника рычага каверномера из по существу второго материала осуществляют путем шлифования второго материала на шве.

15. Способ изготовления рычага каверномера по любому одному из п.п. 10–14, в котором первый материал содержит бериллиевую медь.

16. Способ изготовления рычага каверномера по любому одному из п.п. 10–15, в котором второй материал представляет собой композиционный материал.

17. Способ изготовления рычага каверномера по любому одному из п.п. 10–16, в котором второй материал содержит карбид вольфрама.

18. Способ по любому одному из п.п. 10–17, в котором второй материал представляет собой композиционный материал из карбида

вольфрама и базового материала, причем сварной шов образуют путем сплавления основного материала второго материала непосредственно с первым материалом.

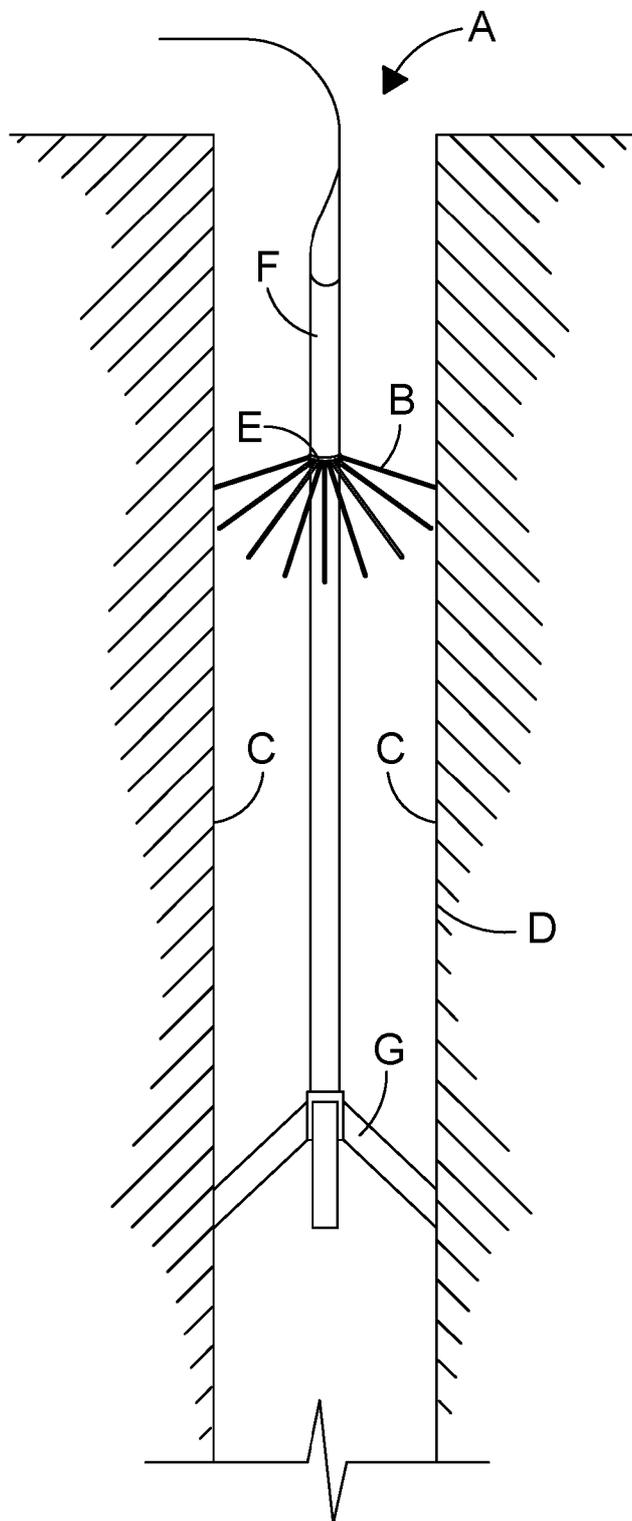
19. Способ по п. 18, в котором основной материал содержит по меньшей мере одно из никеля и хрома.

20. Многорычажный кавернометрический каротажный прибор, приспособленный для использования в нефтяной или газовой скважине, содержащий по меньшей мере один рычаг каверномера по любому одному из п.п. 1-9.

21. Рычаг каверномера для использования в качестве части многорычажного кавернометрического каротажного прибора, при этом рычаг каверномера имеет основную часть, образованную по существу из первого материала, и наконечник рычага, образованный по существу из второго материала, рычаг каверномера имеет шов между первым материалом и вторым материалом, при этом второй материал имеет большую механическую износостойкость, чем первый материал; при этом на шве первый материал и второй материал непосредственно сплавлены друг с другом; в котором наконечник рычага содержит множество последовательно наплавленных слоев второго материала; в котором наконечник рычага содержит механически обработанную внешнюю поверхность; и в котором множество наплавленных слоев второго материала механически обработаны после наплавления множества слоев второго материала относительно рычага, в котором второй материал содержит композиционный материал из карбида вольфрама и основного материала, причем основной материал второго материала непосредственно сплавлен с первым материалом на шве без наплавления других компонентов композиционного второго материала.

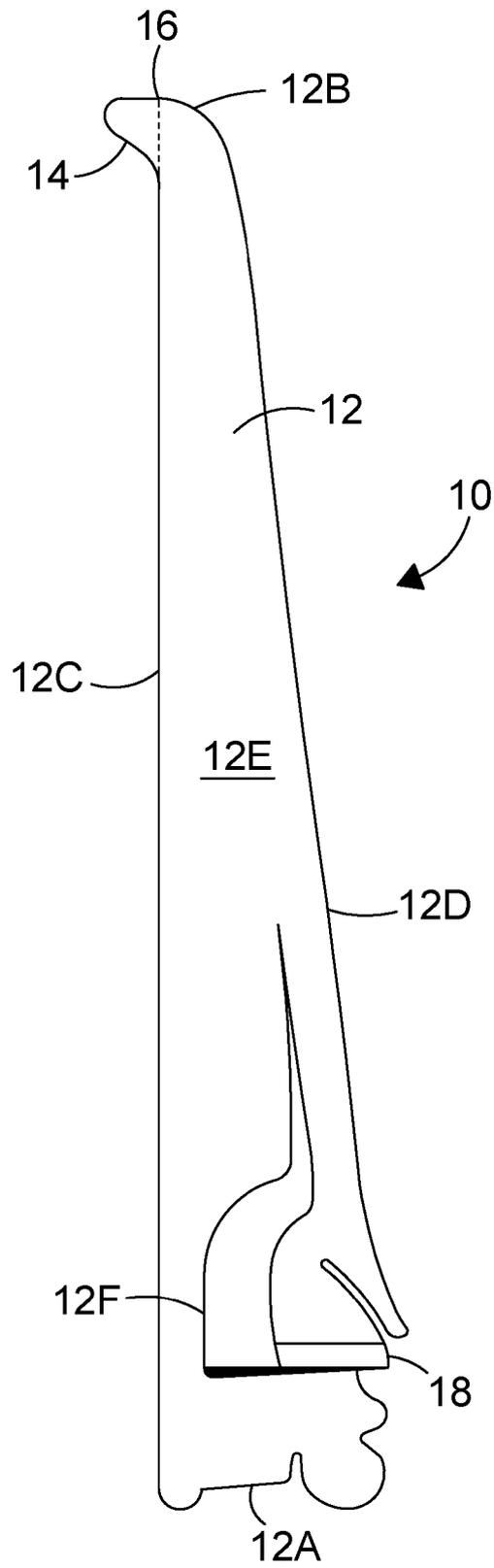
По доверенности

1/2



ФИГ. 1

(Предшествующий уровень техники)



ФИГ. 2