

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201700067** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2018.07.31

(51) Int. Cl. **E21B 37/00** (2006.01)
E21B 36/04 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2016.12.29

**(54) СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

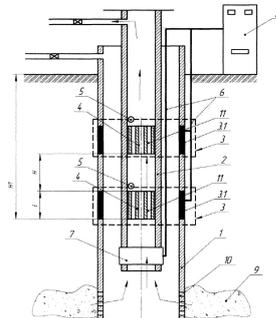
(96) 2016/EA/0114 (BY) 2016.12.29

(71) Заявитель:
**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
"ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ОБЪЕДИНЕНИЕ
"БЕЛОРУСНЕФТЬ" (BY)**

(72) Изобретатель:
**Демяненко Николай Александрович,
Галай Михаил Иванович, Клочков
Сергей Дмитриевич, Токарев Вадим
Владимирович, Мулица Станислав
Иосифович, Горбаченко Владислав
Сергеевич, Филимонов Дмитрий
Валерьевич (BY)**

(57) Изобретение относится к нефтегазовой промышленности, а именно к способам предотвращения и борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО) в нефтедобывающих скважинах при добыче парафинистой нефти. Сущность способа и устройства для предотвращения АСПО в нефтедобывающих скважинах заключается в том, что осуществляют управляемый индукционный нагрев колонны труб и, как следствие, добываемой продукции, посредством кольцевых индукционных нагревательных элементов, размещаемых как на колонне труб (эксплуатационной или лифтовой), так и в колонне лифтовых труб с интервалами, определяемыми температурным режимом и технологическим процессом добычи, поддерживающих температуру добываемой продук-

ции в промежутке между температурами кристаллизации АСПО и коксования добываемой продукции, а также с обеспечением беспрепятственного перемещения колонны лифтовых труб, оборудованной кольцевыми индукционными нагревательными элементами, в скважине или индукционного нагревательного элемента внутри колонны лифтовых труб, при этом используют нагревательные элементы в виде индукционной катушки и сердечника, размещаемого в пределах проходного сечения колонны лифтовых труб, а индукционную катушку устанавливают или на колонне эксплуатационных труб, или на колонне лифтовых труб, или вместе с сердечником подвешивают на питающей кабеле внутри колонны лифтовых труб, при этом обеспечивают нагрев добываемой продукции по всему сечению потока за счёт выполнения сердечников с системой проходных каналов. Технический результат заключается в повышении эффективности использования подаваемой тепловой энергии к нефтяному потоку в лифтовых трубах.



**201700067
A1**

**201700067
A1**

Способ предотвращения асфальтосмолопарафиновых отложений в нефтедобывающих скважинах и устройство для его осуществления

Изобретения относятся к нефтегазовой промышленности, а именно, к способам предотвращения и борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО) в нефтедобывающих скважинах при добыче парафинистой нефти.

Известен скважинный электронагреватель [1], включающий полый цилиндрический корпус с нагревательным элементом и токовводом в верхнем своем торце, снабженный металлическим теплопроводящим сердечником, расположенным внутри полого цилиндрического корпуса, и монолитным металлическим излучателем тепловых потоков направленного действия, расположенным в нижнем торце полого цилиндрического корпуса, причем электронагревательный элемент размещен на внешней поверхности металлического теплопроводящего сердечника, монолитный металлический излучатель тепловых потоков направленного действия имеет контакт с металлическим теплопроводящим сердечником, а полость цилиндра заполнена теплоизоляционным материалом.

Недостатком данного изобретения является то, что устройство не позволяет обеспечить предотвращение отложений АСПО на скважинном оборудовании, а направлено на обеспечение расплавления и ликвидации уже возникших зон отложения АСПО. Это приводит к росту дополнительных затрат на ликвидацию возникших зон отложения АСПО, снижению объемов добычи нефти.

Известен способ депарафинизации нефтедобывающей скважины [2], включающий создание в зоне отложения парафина температуры, превышающей температуру плавления парафина путем закачки в скважину

взаимодействующих с выделением тепла компонентов, вынос продуктов реакции и расплавленного парафина из насосно-компрессорных труб, причем предварительно строят кривые распределения температуры скважинного потока в интервалах эксплуатационной колонны от забоя до приема насоса и колонны насосно-компрессорных труб от насоса до устья с учетом определения температуры жидкости на выкиде насоса, а по построенным кривым распределения в точке пересечения температуры скважинного потока и температуры насыщения нефти парафином определяют глубину и термодинамические условия интенсивной парафинизации в скважине и, далее, с учетом определенных условий подбирают количество и концентрацию компонентов для выноса расплавленного парафина.

Недостатком известного способа депарафинизации является необходимость вводить в поток пластового флюида компоненты, взаимодействующие с выделением тепла, а также последующая очистка нефти при подготовке ее от продуктов реакции этих компонентов друг с другом. Это приводит к значительным дополнительным затратам на организацию этих процессов. Кроме того, очень сложно управлять процессом нагревания нефти путем выделения тепла за счет подачи в скважину взаимодействующих друг с другом компонентов.

Известен также способ борьбы с парафиновыми отложениями в нефтегазовых скважинах [3], включающий спуск в насосно-компрессорные трубы устройства для нагрева добываемой жидкости, в котором в качестве устройства для нагрева добываемой жидкости используют технологическую колонну с обратным клапаном на конце, которую спускают на глубину ниже начала отложения парафинов на стенках труб, закачивают в колонну теплоноситель при работающей скважине, осуществляя ввод теплоносителя в поток добываемой жидкости до достижения добываемой жидкостью температуры на устье скважины не ниже температуры плавления парафинов.

Недостатком этого способа является необходимость спуска в скважину дополнительной технологической колонны труб, что усложняет конструкцию скважины, требует дополнительных материальных затрат. Кроме того, необходимо выполнять нагрев теплоносителя и нагнетания его в скважину, а соответственно для этого и дополнительное обустройство скважины. Коэффициент полезного действия такого нагревателя низкий, а энергоемкость высокая, низкая эффективность технологического решения. После подъема добываемой продукции из пласта на устье скважины необходимо выполнять отделение нефти от теплоносителя, т.е. проводить дополнительные мероприятия по подготовке скважинной продукции. Все это значительно снижает рентабельность добычи нефти.

Известен способ нагрева газожидкостной смеси в скважине для предотвращения отложений парафина на стенках насосно-компрессорных труб [4], для осуществления которого используют насосно-компрессорные трубы, электроцентробежный насос, трехфазный кабель, газожидкостную смесь с парафином, забой скважины, перфорационные отверстия в обсадной колонне, предусматривающие следующие операции: а) предварительно размещают на торце насосно-компрессорной трубы проточные кольцевые нагреватели, как минимум один, для осуществления нагрева газожидкостной смеси с парафином на забое скважины; б) предварительно на насосно-компрессорной трубе, соединенной с электроцентробежным насосом, выполняют отверстия, предназначенные для выхода нагретой газожидкостной смеси и парафина из внутренней полости насосно-компрессорной трубы в пространство перед электроцентробежным насосом; в) дополнительно размещают на насосно-компрессорной трубе, размещенной над электроцентробежным насосом, проточные кольцевые нагреватели, как минимум один, для осуществления дополнительного нагрева газожидкостной смеси с парафином; г) осуществляют спуск насосно-компрессорных труб с проточными кольцевыми нагревателями в скважину до забоя с остановкой у верхних

перфорационных отверстий, при этом осуществляется нагрев газожидкостной смеси, движущейся как внутри насосно-компрессорных труб, так и в кольцевом пространстве между обсадной колонной и насосно-компрессорными трубами проточными кольцевыми нагревателями, тем самым предотвращая отложение парафина на стенках насосно-компрессорных труб.

Недостатком способа нагрева газожидкостной смеси в скважине является низкая эффективность нагрева и низкий коэффициент полезного действия, так как поверхность контакта кольцевых нагревателей с газожидкостной смесью небольшая, а скорость движения потока при работе электроцентробежного насоса высокая. Кроме того происходят значительные потери тепловой энергии в окружающую среду (в окружающие скважину породы) в связи с нагревом среды как в насосно-компрессорных трубах, так и в затрубном пространстве между обсадной колонной и насосно-компрессорными трубами.

Наиболее близкими по технической сущности к заявляемой группе изобретений является способ электротермического воздействия на протяженные трубопроводы и индукционная нагревательная система для его реализации [5]. Способ заключается в следующем: осуществляют нагрев трубопровода посредством нагревательных элементов, размещенных на трубопроводе, поддерживающих температуру перекачиваемой жидкости в промежутке между температурами кристаллизации асфальтосмолопарафиновых отложений и коксования перекачиваемой жидкости, при этом нагревательные элементы выполняют в виде двух проводящих обкладок, разделенных диэлектриком и свернутых в спираль, и размещают на трубопроводе с интервалами, определяемыми температурным режимом и технологическим процессом перекачки. Устройство, реализующее данный способ, содержит источник питания, систему управления, нагревательные элементы, размещенные на трубопроводе, при этом каждый нагревательный элемент выполнен в виде

двух проводящих обкладок, разделенных диэлектриком, свернутых в спираль, и нагревательные элементы размещены на трубопроводе с интервалами, определяемыми температурным режимом и технологическим процессом перекачки. Положительный полюс источника питания подключен к началу первой обкладки нагревательного элемента, отрицательный полюс источника питания подключен к концу второй обкладки нагревательного элемента, для каждого нагревательного элемента дополнительно введен коммутатор, подключенный к концу первой и к началу второй обкладки нагревательного элемента.

Недостатком вышеописанного способа и устройства для его реализации является то, что затруднено их применение для борьбы с АСПО в нефтедобывающих скважинах, так как наличие составных накладных индукторов в значительной мере затрудняет проведение спуско-подъемных операций на скважине. Кроме того, тот факт, что тепловая энергия передается потоку флюида через стенку трубопровода, ведет к значительному снижению коэффициента полезного действия системы.

Задачей, решаемой изобретениями, является повышение эффективности использования подаваемой тепловой энергии к нефтяному потоку в лифтовых трубах, увеличение коэффициента полезного действия, снижение теплотерь в окружающую скважину среду и повышение эксплуатационных характеристик.

Поставленная задача достигается тем, что в способе предотвращения асфальтосмолопарафиновых отложений в нефтедобывающих скважинах путём электротермического воздействия, по меньшей мере, на колонну труб, при котором осуществляют управляемый нагрев, по меньшей мере, колонны труб посредством кольцевых индукционных нагревательных элементов, размещенных, по меньшей мере, на колонне труб с интервалами, определяемыми температурным режимом и технологическим процессом добычи, поддерживающих температуру добываемой продукции

в промежутке между температурами кристаллизации асфальтосмолопарафиновых отложений и коксования добываемой продукции, *согласно изобретению*, используют нагревательные элементы в виде индукционной катушки и сердечника, размещаемого в пределах проходного сечения колонны лифтовых труб, а индукционную катушку устанавливают или на колонне эксплуатационных труб, или на колонне лифтовых труб, или вместе с сердечником подвешивают на питающем кабеле внутри колонны лифтовых труб, при этом обеспечивают нагрев добываемой продукции по всему сечению потока за счёт выполнения сердечников с системой проходных каналов.

Кроме этого, индукционные катушки могут размещать в муфтах колонны эксплуатационных труб.

Помимо этого, индукционные катушки могут размещать в муфтах колонны лифтовых труб.

Управляемый нагрев осуществляют от системы управления скважинным оборудованием, при этом внутреннюю поверхность колонны лифтовых труб выше выхода потока добываемой продукции из проточных каналов каждого сердечника могут оснащать, по меньшей мере, одним датчиком измерения температуры потока, от которого информация передается на блок управления включением – выключением кольцевых нагревателей, содержащийся в системе управления скважинным оборудованием.

Поставленная задача решается также тем, что в устройстве для осуществления вышеописанного способа, включающем систему управления скважинным оборудованием, кольцевые индукционные нагревательные элементы с управляемым нагревом, размещенные, по меньшей мере, на колонне труб с интервалами, определяемыми температурным режимом и технологическим процессом добычи, *согласно изобретению*, каждый кольцевой индукционный нагревательный элемент состоит из индукционной катушки и сердечника с системой проточных

каналов, выполненного с возможностью размещения внутри колонны лифтовых труб, а индукционная катушка выполнена с возможностью стационарного размещения или на колонне эксплуатационных труб, или на колонне лифтовых труб, или с возможностью подвижного размещения внутри колонны лифтовых труб с обеспечением беспрепятственного перемещения колонны лифтовых труб, оборудованной кольцевыми индукционными нагревательными элементами, в скважине или индукционного нагревательного элемента внутри колонны лифтовых труб.

Кроме этого, индукционная катушка и сердечник с системой проточных каналов могут быть выполнены в одном корпусе, на внешней стороне которого размещена магнитонепроницаемая теплоизолирующая накладка, а внутренняя сторона корпуса может содержать концентратор электромагнитного потока, обеспечивающий концентрацию и направление электромагнитного потока на сердечник, причем индукционная катушка вмонтирована в корпус муфты или колонны труб, изготовленного из немагнитного материала, обеспечивающего безаварийный спуск-подъем и работу всей колонны труб.

Способ предотвращения образования АСПО и устройство для его осуществления поясняются фигурами 1-6. На фиг. 1 изображена схема осуществления способа в случае стационарного размещения индукционных катушек на колонне эксплуатационных труб и эксплуатации скважины электроцентробежным насосом (ЭЦН); на фиг. 2 – в случае стационарного размещения индукционных катушек на колонне лифтовых труб и эксплуатации скважины ЭЦН; на фиг. 3 - в случае стационарного размещения индукционных катушек на колонне лифтовых труб и эксплуатации скважины штанговым глубинным насосом (ШГН); на фиг. 4 – в случае подвижного размещения в колонне лифтовых труб спускаемых на кабеле, питающем скважинное оборудование, кольцевых индукционных нагревательных элементов и эксплуатации скважины ЭЦН; на фиг. 5 – продольный разрез кольцевого индукционного

нагревательного элемента, выполненного в одном корпусе; на фиг. 6 – разрез А-А на фиг. 5. При этом позициями обозначены следующие элементы и детали: 1 - эксплуатационная колонна; 2 – колонна лифтовых труб; 3 – кольцевой индукционный нагревательный элемент; 3.1 – индукционная катушка кольцевого нагревательного элемента; 4 – сердечник индукционного кольцевого нагревательного элемента; 5 – датчики контроля температуры потока добываемой продукции; 6 – кабель, питающий скважинное насосное оборудование, индукционную катушку кольцевого нагревательного элемента и обеспечивающий передачу информации от датчиков контроля температуры на блок управления нагревательными элементами; 7 – ЭЦН (фиг.1, 2, 4) или ШГН (фиг. 3); 8 – станция управления скважинным оборудованием, оснащенная источником питания, блоком контроля и управления нагревателями, в который вводятся предельные нижнее (температура кристаллизации АСПО) и верхнее значения температуры (температура коксования добываемой жидкости), при которых блок контроля и управления включает и выключает кольцевые индукционные нагревательные элементы 3; 9 – пласт; 10 – интервал перфорации; 11 – проточные каналы сердечника индукционного кольцевого нагревательного элемента, предназначены для разделения потока скважинной жидкости и увеличения площади контакта жидкости с нагревателем; 12 – штанга привода ШГН; 13 – корпус муфты колонны эксплуатационных труб, или колонны лифтовых труб, или катушки индукционного нагревателя в случае вставного кольцевого нагревательного элемента; 14 – обмотка индукционной катушки кольцевого нагревательного элемента (например, из медной проволоки) (фиг. 5-6); 15 – магнитонепроницаемая теплоизолирующая накладка (фиг.5-6); 16 – концентратор электромагнитного потока (фиг.5-6).

Сущность изобретений представлена в описании следующих вариантов реализации способа предотвращения образования АСПО в нефтедобывающих скважинах.

Вариант 1. В скважину (на фиг. не показана) спускают колонну эксплуатационных труб 1, которую оснащают на определенном расстоянии H друг от друга (например, вместо соединительных муфт) по длине колонны кольцевыми индукционными нагревательными элементами 3 (фиг. 1). Нижний (первый) кольцевой нагревательный элемент устанавливают на глубине, на которой ожидают снижение температуры потока до температуры на $1 - 2^\circ \text{C}$ выше температуры кристаллизации АСПО. Токоподводящим кабелем 6 кольцевые индукционные нагревательные элементы 3 соединяют со станцией управления скважинным оборудованием 8 (фиг. 1). Глубины установки $H1$ и количество кольцевых нагревательных элементов 3 определяют из условий поддержания температуры потока пластового флюида (нефти) от забоя до устья скважины выше температуры кристаллизации парафина, но ниже температуры коксования. После цементирования колонны эксплуатационных труб 1, вскрытия пласта 9 перфорационными отверстиями в интервале перфорации 10 в колонну эксплуатационных труб 1 на колонне лифтовых труб 2 спускают ЭЦН 7. Внутреннюю полость колонны лифтовых труб 2 в интервалах I , которые будут находиться напротив кольцевых индукционных нагревательных элементов 3, оборудуют металлическими или ферромагнитными сердечниками 4 с продольными проточными каналами 11, количество которых должно быть достаточным для обеспечения максимального контакта добываемой жидкости с поверхностью металла сердечника (нагревателя) 4 и нагрева жидкости до требуемой температуры. Над каждым из сердечников 4 в колонне лифтовых труб 2 устанавливают не менее одного датчика 5 измерения температуры потока, выходящего из проточных каналов 11 сердечника 4. Каждый из датчиков 5 имеет связь по кабелю 6 с блоком управления индукционными нагревательными элементами (на фиг. не показан), который располагается в станции управления скважинным оборудованием 8. После оборудования устья скважины запускают в

эксплуатацию насосное оборудование. Пластовый флюид из пласта 9 через интервал перфорации 10 и внутриколонное пространство колонны эксплуатационных труб 1, расположенное под насосом 7, начнет поступать на прием насоса 7 и далее по колонне лифтовых труб 2 на устье скважины в систему сбора скважинной продукции (на фиг. не показана). По мере подъема пластового флюида он начнет охлаждаться за счет оттока тепла в окружающие скважину породы. При подъеме скважинной жидкости на некоторой глубине возникнет ситуация, когда температура потока скважинной жидкости (пластового флюида) снизится до температуры кристаллизации АСПО и выше этой отметки на стенках колонны лифтовых труб 2 в скважине возможно отложение АСПО. Для предупреждения отложения АСПО на глубинно-насосном оборудовании в блоке управления индукционными нагревателями, станции управления 8 скважинным оборудованием, устанавливаются значения нижнего (температуры кристаллизации) и верхнего (температуры коксования) предельных значений температуры скважинного потока, при достижении которых в районе расположения датчиков температуры 5 блок управления будет включать и выключать индукционные кольцевые нагревательные элементы 3. Нижнее предельное значение температуры потока должно быть на 1 - 2° С выше температуры кристаллизации АСПО. Верхнее предельное значение температуры скважинного потока должно быть ниже температуры коксования. После того, как поток скважинной жидкости с температурой, равной нижнему предельному значению температуры потока, выходит из проточных каналов 11 сердечника 4 кольцевого индукционного нагревательного элемента (а эта температура фиксируется датчиком измерения температуры 5 и передается на блок управления кольцевыми нагревательными элементами), блок управления отдает команду на включение подачи электроэнергии по кабелю 6 на индукционную катушку 3.1 кольцевого индукционного нагревательного элемента 3. При включении индукционной катушки 3.1 кольцевого

индукционного нагревательного элемента 3 и прохождении электрического тока по обмотке 14 вокруг обмотки возникает электромагнитное поле, которое с помощью концентратора электромагнитного потока 16 направляется на колонну лифтовых труб 2 и сердечник 4 индукционного кольцевого нагревательного элемента 4. В результате колонна лифтовых труб 2 в области расположения индукционной катушки 3.1 и сердечник 4 начнут в электромагнитном поле разогреваться. Максимальная температура разогрева будет концентрироваться в пристенном слое внутренней поверхности колонны лифтовых труб 2 и проточных каналов 11 сердечника 4 индукционного кольцевого нагревательного элемента 3. Поток скважинной жидкости, проходя по проточным каналам 11 сердечника 4, за счет контакта с разогретыми стенками каналов 11, будет разогреваться, приобретая температуру значительно выше температуры кристаллизации парафина. При движении вверх потока скважинной жидкости, при переходе от полноразмерного внутреннего диаметра колонны лифтовых труб 2 под сердечником 4 в проточные каналы 11, площадь сечения скважинного потока будет уменьшаться и произойдет увеличение скорости потока и его турбулизация. Это увеличит скорость обмена между нагретой и не нагретой жидкостью внутри потока и, тем самым, улучшит процесс равномерного прогрева потока жидкости. За счет нагревания потока жидкости будет обеспечиваться предупреждение отложения АСПО на стенках колонны лифтовых труб 2 и на стенках колонны эксплуатационных труб 1. После того, как сердечник 4 кольцевого индукционного нагревательного элемента 3 разогреется до верхнего предельного значения температуры (температуры коксования), установленной в блоке управления индукционными нагревательными элементами станции управления насосным оборудованием 8, и это будет зафиксировано датчиками 5 по температуре выходящего из каналов 11 сердечника 4 потока и передано на блок управления, блок управления

отдаст команду на выключение электропитания индукционной катушки 3.1. В результате, за счет потока жидкости, подаваемой ЭЦН 7, сердечник 4 начнет охлаждаться. Как только температура потока, выходящего из проточных каналов 11 сердечника 4, снизится до нижнего предельного значения (температуры кристаллизации), установленного в блоке управления кольцевым индукционным нагревательным элементом 3, и это будет зафиксировано датчиками 5 и передано на блок управления, блок управления отдаст команду на включение электропитания индукционной катушки 3.1. При прохождении потока скважинной жидкости от нижнего индукционного нагревательного элемента 3 вверх будет снова происходить ее охлаждение. После снижения температуры жидкости до температуры, близкой к температуре кристаллизации АСПО, блоком управления кольцевыми нагревателями будет включен выше расположенный нагревательный элемент и начнется нагрев потока жидкости следующим, выше расположенным индукционным кольцевым нагревательным элементом 3 по выше описанной схеме.

Вариант 2. Скважина пробурена и обсажена колонной эксплуатационных труб 1 по стандартной схеме (фиг. 2 – 3). После перфорации в колонну эксплуатационных труб 1 на колонне лифтовых труб 2 спускают ЭЦН 7. Колонну лифтовых труб 2 оснащают кольцевыми индукционными нагревательными элементами 3, установленными в колонну лифтовых труб 2 вместо одной из муфт или нескольких муфт. Установку нижнего нагревательного элемента, питание индукционной катушки и ЭЦН 7, установку датчиков 5 осуществляют согласно варианту 1. После установки в блоке управления индукционными нагревательными элементами станции управления 8 скважинным оборудованием значений нижнего и верхнего предельных значений температуры скважинного потока, при достижении которых в районе расположения датчиков температуры 5 блок управления будет включать и выключать индукционные кольцевые нагревательные элементы 3, запускают в работу

ЭЦН 7. Процесс контроля температуры выходящего из проточных каналов 11 сердечника 4 потока пластового флюида из пласта 9 аналогичен описанному в варианте 1. Отличие от варианта 1 будет в том, что при эксплуатации скважины электроцентробежным насосом (фиг. 2) скважинная жидкость будет разогреваться от контакта с поверхностью проточных каналов 11 сердечника 4 индукционного нагревателя, а, значит, нагреваться по всему сечению потока. При эксплуатации скважины ШГН (фиг. 3) разогрев жидкости будет происходить как от контакта с поверхностью проточных каналов 11 сердечника 4 индукционного нагревательного элемента 3, так и от контакта со штангой 12 привода ШГН, которая тоже будет разогреваться в электромагнитном поле, продуцируемом индукционной катушкой 3.1 кольцевого нагревательного элемента 3, так как штанга является металлической.

Вариант 3. Этот вариант обеспечивает возможность оперативного спуска и подъема кольцевых индукционных нагревательных элементов (в случае неисправности или изменения каких-то технологических решений) в любой период времени без дополнительных затрат времени и средств на спуско-подъемные операции.

Скважину (на фиг. не показана) пробуривают и обсаживают колонной эксплуатационных труб 1 по стандартной схеме (фиг. 4). После перфорации пласта в колонну эксплуатационных труб 1 спускают колонну лифтовых труб 2 и при достаточно высоком пластовом давлении запускают в эксплуатацию фонтанным способом или, в противном случае (если пластовое давление не позволяет обеспечить фонтанную эксплуатацию), на колонну лифтовых труб 2 спускают насос 7. Перед запуском скважины в эксплуатацию во внутреннюю полость колонну лифтовых труб 2 на кабеле 6 питания индукционной катушки 3.1 на глубину *Н₁*, соответствующую глубине, на которой поток пластового флюида будет иметь температуру на 1 – 2° С выше температуры кристаллизации АСПО, опускают не менее одного вставного кольцевого

индукционного нагревательного элемента 3, включающего индукционную катушку 3.1 и металлический или ферромагнитный сердечник 4 с проточными каналами 11 (фиг. 4). Над выходом из проточных каналов 11 сердечника 4 установлены датчики 5 контроля температуры потока, выходящего из проточных каналов 11 сердечника 4, которые по кабелю питания 6 индукционной катушки 3.1 связаны с блоком управления нагревательного элемента (на фиг. 4 не показан), размещенном в станции управления скважинным оборудованием 8.

Запускают скважину в эксплуатацию. После снижения давления в скважине в интервале перфорации 19 ниже пластового давления, пластовый флюид из пласта 9 через интервал перфорации 10 и внутреннюю полость колонны эксплуатационных труб 1 ниже входа в колонну лифтовых труб 2 поступает на вход в колонну лифтовых труб 2. Поднимаясь по внутренней полости колонны лифтовых труб 2, пластовый флюид постепенно охлаждается до температуры, близкой к температуре кристаллизации АСПО. Как только температура потока, выходящего из проточных каналов 11 сердечника 4 становится равной температуре на $1 - 2^{\circ}\text{C}$ выше температуры кристаллизации АСПО и эта информация от датчика 5 контроля температуры поступает в блок управления кольцевыми нагревательными элементами станции управления 8, блок управления отдает команду на включение питания индукционной катушки 3.1. В результате начинается нагревание потока жидкости в соответствии с описанным в варианте 1. Разница будет в том, что возникающее электромагнитное поле с помощью концентратора электромагнитного потока 16 направляется на сердечник 4 индукционного кольцевого нагревательного элемента 4, разогревая его, а, значит, нагревая поток добываемой из скважины жидкости по всему его сечению.

. Каждая муфта, в которую вмонтирован индуктор, оснащена с внешней стороны магнитонепроницаемой теплоизолирующей накладкой, обеспечивающей предотвращение нагрева корпуса индуктора (муфты) и оттока тепловой энергии за пределы скважины в окружающую среду, а муфта (корпус индуктора) изготовлена из немагнитного материала. С внутренней стороны индуктора установлен концентратор магнитного потока на НКТ и сердечник в них при расположении индуктора в составе эксплуатационной колонны или только на сердечник при расположении индуктора в муфте колонны НКТ. Возможен вариант, когда в скважинах, эксплуатируемых, фонтаном или ЭЦН применяют вставной кольцевой нагреватель, спускаемый в НКТ на питающем индуктор электроэнергией кабеле. На внутренней поверхности НКТ над выходом из циркуляционных каналов сердечника располагаются датчики, измеряющие температуру выходящего потока. Информация с датчиков в режиме реального времени передается на станцию управления насосным оборудованием и индукционными нагревателями. Станция управления оснащена блоком контроля и управления нагревателями, в который вводятся предельные нижнее и верхнее значения температуры, при которых блок контроля и управления включает и выключает индукторы кольцевых нагревателей. Как только температура выходящего из циркуляционных каналов сердечника нагревателя потока достигает верхнего предельного значения, блок управления нагревателями отключает нагреватель. После того, как температура потока снижается ниже нижнего предельного значения, блок управления нагревателями включает нагреватель.

Устройство для осуществления способа предотвращения отложения АСПО на стенках колонны эксплуатационных труб 1 или колонны лифтовых труб 2 включает станцию управления скважинным оборудованием 8 с источником питания (на фиг. не показан) и блоком управления работой кольцевых индукционных нагревательных элементов

3, размещенных на колонне труб (эксплуатационных или лифтовых) или в колонне лифтовых труб с интервалами H , определяемыми температурным режимом и технологическим процессом добычи. Каждый кольцевой индукционный нагревательный элемент 3, имеющий высоту l , состоит из индукционной катушки 3.1 и сердечника 4 с системой продольных проточных каналов 11, при этом индукционная катушка 3.1 может быть стационарно размещена вместо муфты на колонне эксплуатационных труб 1, или колонне лифтовых труб 2, при этом сердечник 4 располагается внутри колонны лифтовых труб 2 параллельно индукционной катушке 3.1 (фиг.1), либо индукционная катушка 3.1. и сердечник 4 с системой проточных каналов 11 выполняют в одном корпусе 13 (фиг.2-6). Это конструктивное решение нагревательного элемента позволяет его подвижно размещать внутри колонны лифтовых труб 2, подвешивая «гирлянду» из кольцевых индукционных нагревательных элементов на силовом кабеле (фиг. 4). На внешней стороне корпуса может быть размещена магнитопроницаемая теплоизолирующая накладка 15, а внутренняя сторона корпуса может содержать концентратор электромагнитного потока 16, обеспечивающий концентрацию и направление электромагнитного потока на сердечник 4 с системой проточных каналов 11. Управление включением - отключением кольцевых нагревательных элементов 3 осуществляется за счет показаний датчиков 5, устанавливаемых на колонне лифтовых труб 2 выше выхода проточных каналов 11.

Устройство работает следующим образом.

При подаче в обмотку 14 индукционной катушки 3.1 от станции управления скважинным оборудованием 8 электрического тока с частотой 50 Гц вокруг катушки 3.1. возникает электромагнитное поле. Электромагнитное поле с помощью концентратора электромагнитного потока 16 концентрируется и усиливается в направлении сердечника 4, который в электромагнитном поле разогревается. Максимальный разогрев

происходит в приповерхностном слое проточных каналов 11 сердечника 4. При этом разогревается и жидкость, заполняющая проточные каналы 11 или движущаяся в них. Для исключения оттока тепловой энергии и электромагнитного излучения в окружающую среду с внешней стороны корпус кольцевого нагревательного элемента (муфты) оснащен магнитонепроницаемой теплоизолирующей накладкой 15. Благодаря тому, что оснащение кольцевыми индукционными нагревательными элементами колонн труб согласно заявляемому способу и устройству не будет влиять на диаметр труб, проведение спуско-подъемных операций на скважине не будет затруднено.

Таким образом, предлагаемые способ и устройство для предотвращения асфальтосмолопарафиновых отложений в нефтедобывающих скважинах путем электротермического воздействия на скважинное оборудование позволяют эффективно бороться с выпадением АСПО как на фонтанных скважинах, так и на скважинах, эксплуатируемых электроцентробежными насосами и штанговыми глубинными насосами благодаря использованию кольцевых индукционных нагревательных элементов с управляемым нагревом, снабженных сердечниками с проточными циркуляционными каналами, обеспечивающими разделение потока, его турбулизацию, увеличение площади контакта потока с нагретой поверхностью и максимальную теплопередачу тепловой энергии потоку скважинной жидкости.

Источники информации:

1. RU 2006571, МПК E21B36/04, опубл. 30.01.1994.
2. RU 2494231RU, МПК E21 B37/06, опубл.27.09.2013 г.
3. RU 2438006, МПК E21B37/00, опубл. 27.12.2011 г.
4. RU 2450117, МПК E21B37/00, опубл. 10.05.2012 г.
5. RU 2584137, МПК H05B6/10, опубл. 20.05.2016 г.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ предотвращения асфальтосмолопарафиновых отложений в нефтедобывающих скважинах путём электротермического воздействия, по меньшей мере, на колонну труб, при котором осуществляют управляемый нагрев, по меньшей мере, колонны труб посредством кольцевых индукционных нагревательных элементов, размещенных, по меньшей мере, на колонне труб с интервалами, определяемыми температурным режимом и технологическим процессом добычи, поддерживающих температуру добываемой продукции в промежутке между температурами кристаллизации асфальтосмолопарафиновых отложений и коксования добываемой продукции, **отличающийся** тем, что используют нагревательные элементы в виде индукционной катушки и сердечника, размещаемого в пределах проходного сечения колонны лифтовых труб, а индукционную катушку устанавливают или на колонне эксплуатационных труб, или на колонне лифтовых труб, или вместе с сердечником подвешивают на питающем кабеле внутри колонны лифтовых труб, при этом обеспечивают нагрев добываемой продукции по всему сечению потока за счёт выполнения сердечников с системой проходных каналов.

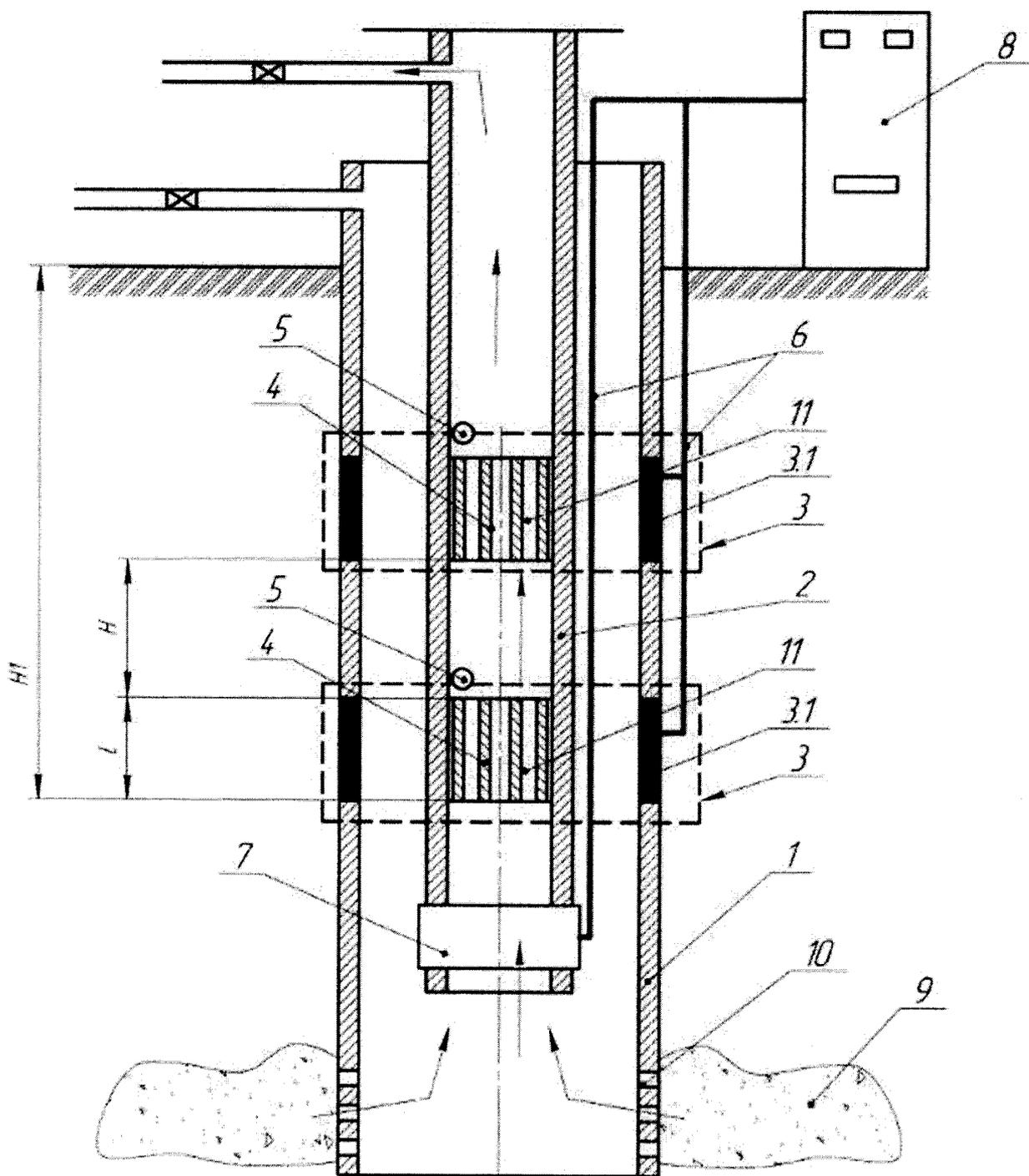
2. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что индукционные катушки размещают в муфтах колонны эксплуатационных труб.

3. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что индукционные катушки размещают в муфтах колонны лифтовых труб.

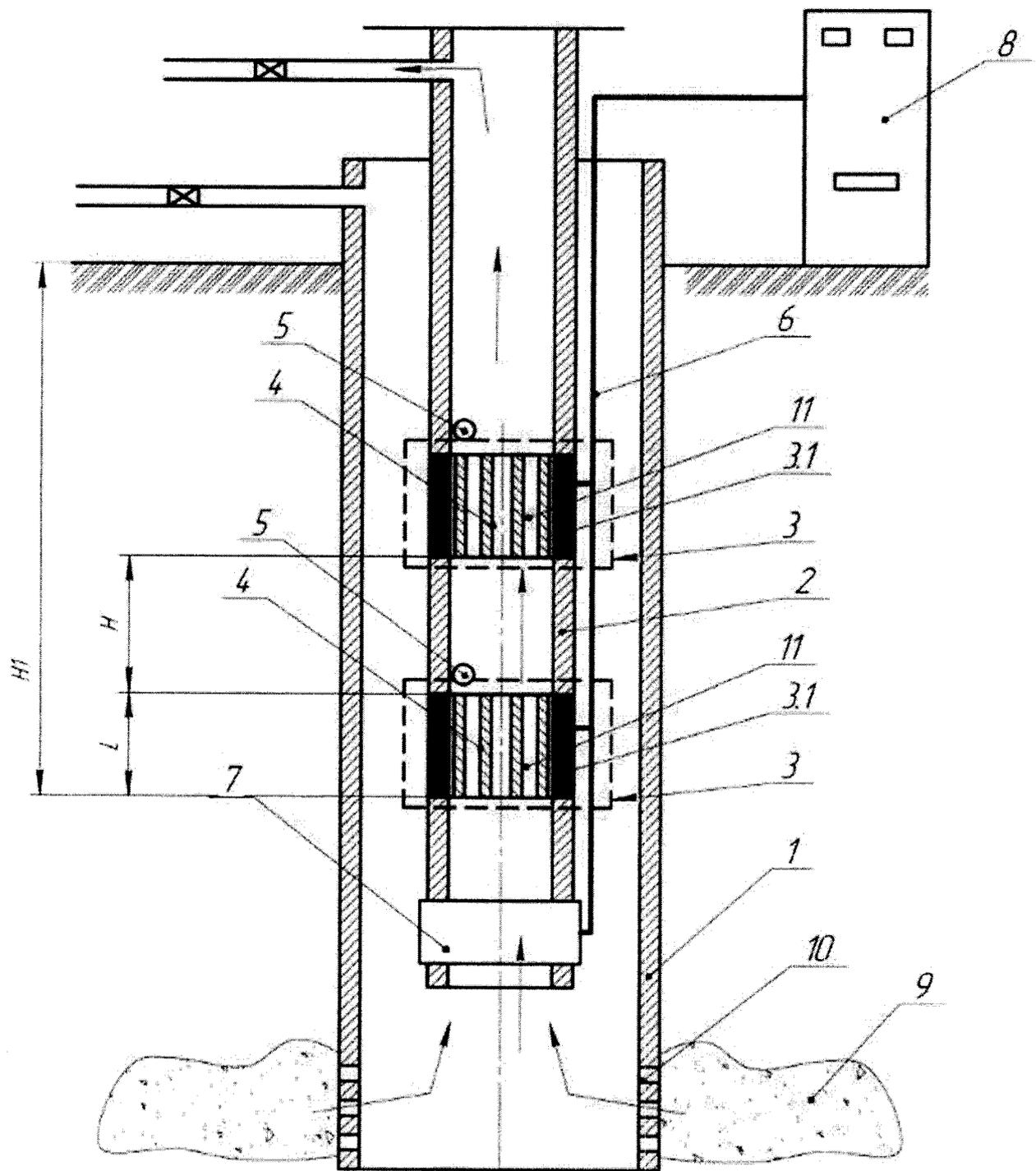
4. Способ по п.1, **отличающийся** тем, что управляемый нагрев осуществляют от станции управления скважинным оборудованием, внутреннюю поверхность колонны лифтовых труб выше выхода потока добываемой продукции из проточных каналов каждого сердечника оснащают, по меньшей мере, одним датчиком измерения температуры потока, от которого информация передается на блок управления включением – выключением кольцевых нагревателей, содержащийся в станции управления скважинным оборудованием.

5. Устройство для осуществления способа по п.1, включающее станцию управления скважинным оборудованием, кольцевые индукционные нагревательные элементы с управляемым нагревом, размещенные, по меньшей мере, на колонне труб с интервалами, определяемыми температурным режимом и технологическим процессом добычи, **отличающееся** тем, что каждый кольцевой индукционный нагревательный элемент состоит из индукционной катушки и сердечника с системой проточных каналов, выполненного с возможностью размещения внутри колонны лифтовых труб, а индукционная катушка выполнена с возможностью стационарного размещения или на колонне эксплуатационных труб, или на колонне лифтовых труб, или с возможностью подвижного размещения внутри колонны лифтовых труб, с обеспечением беспрепятственного перемещения колонны лифтовых труб, оборудованной кольцевыми индукционными нагревательными элементами, в скважине или индукционного нагревательного элемента внутри колонны лифтовых труб.

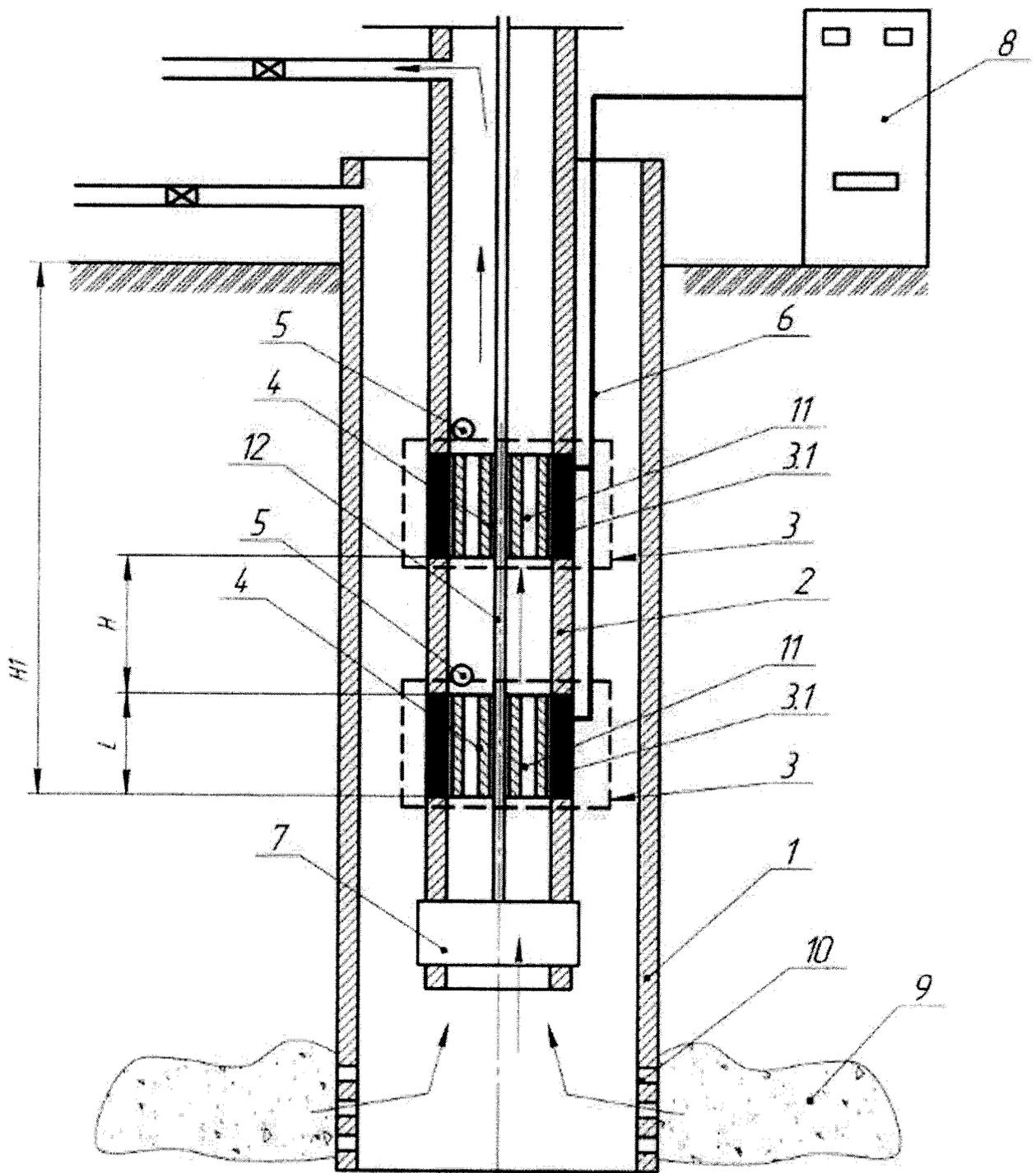
6. Устройство по п.5, **отличающееся** тем, что индукционная катушка и сердечник с системой проточных каналов выполнены в одном корпусе, на внешней стороне которого размещена магнитонепроницаемая теплоизолирующая накладка, а внутренняя сторона корпуса содержит концентратор электромагнитного потока, обеспечивающий концентрацию и направление электромагнитного потока на сердечник, причем индукционная катушка вмонтирована в корпус муфты или колонны труб, изготовленного из немагнитного материала, обеспечивающего безаварийный спуск-подъем и работу всей колонны труб.



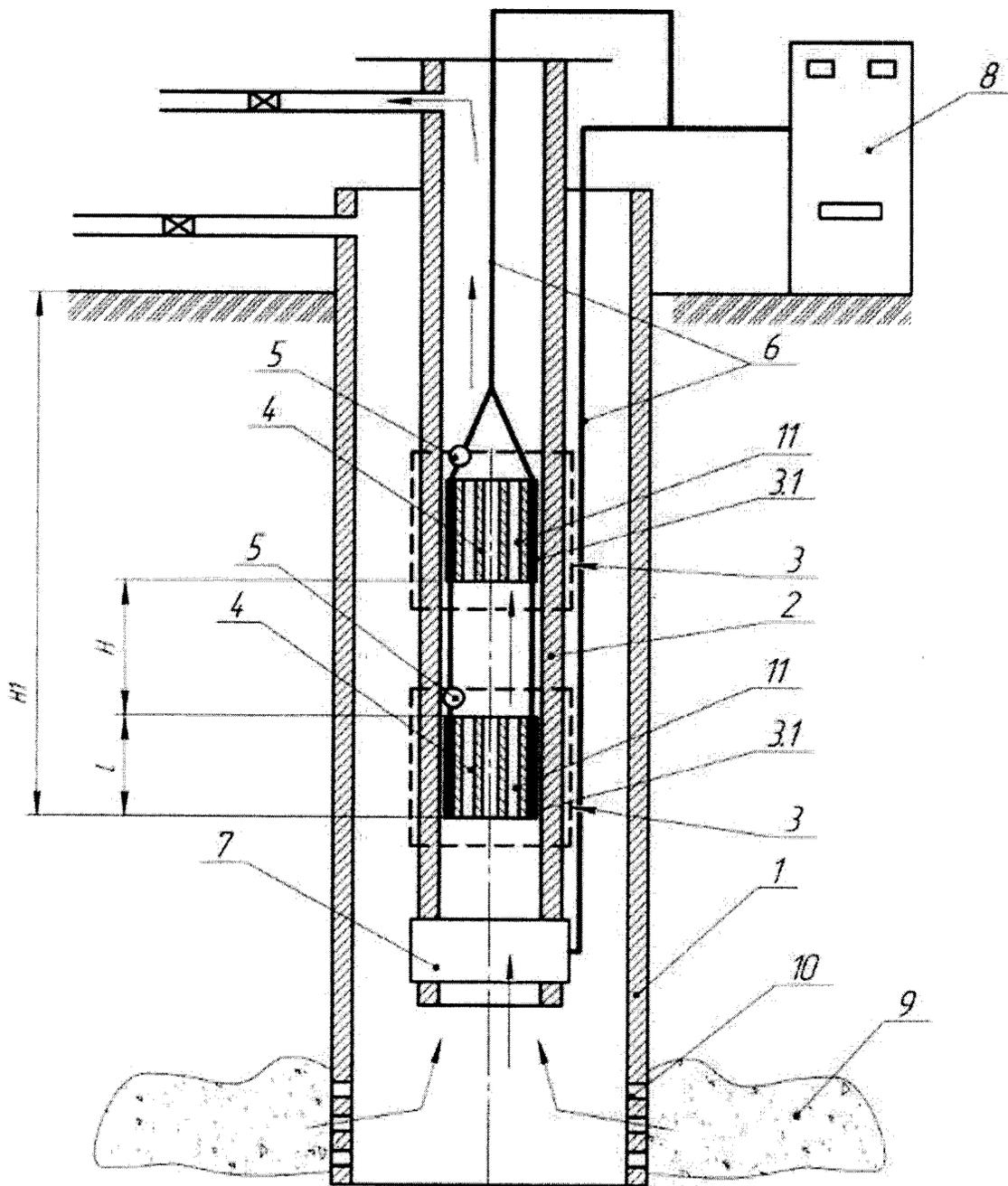
Фиг. 1



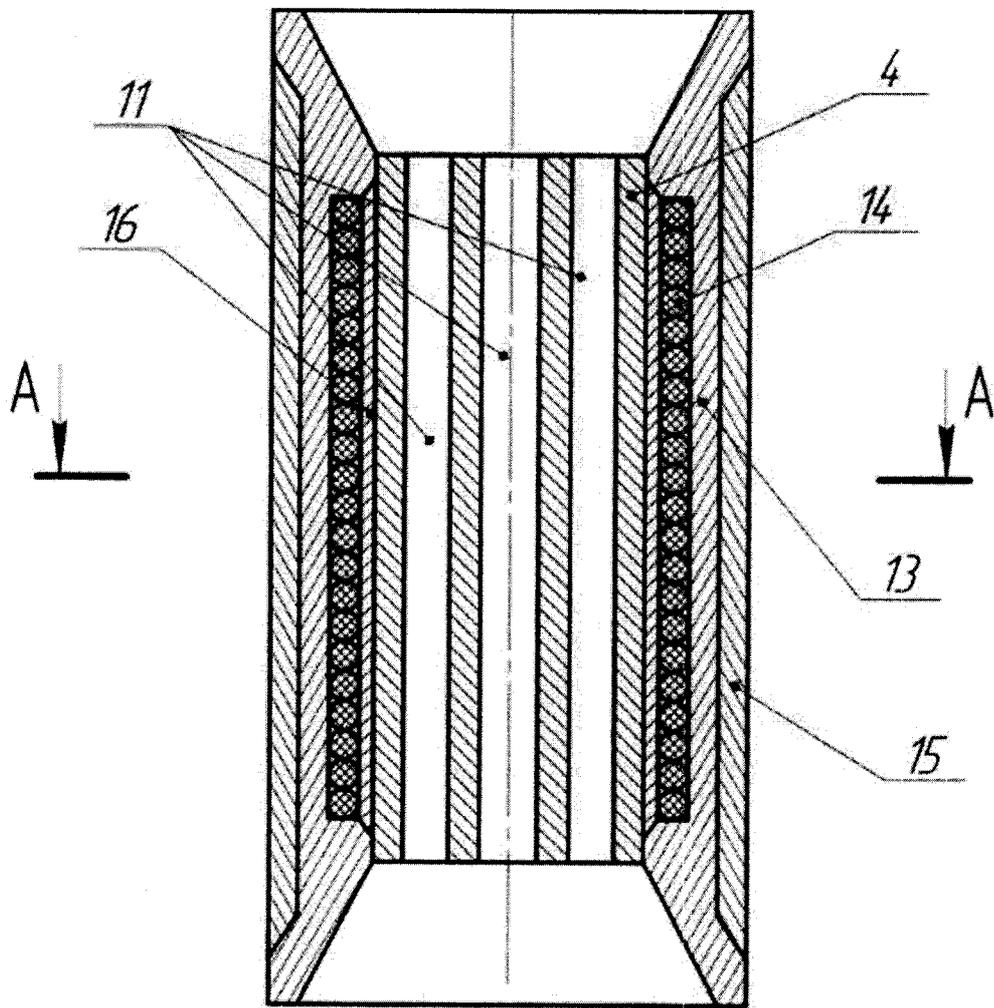
Фиг. 2



Фиг. 3

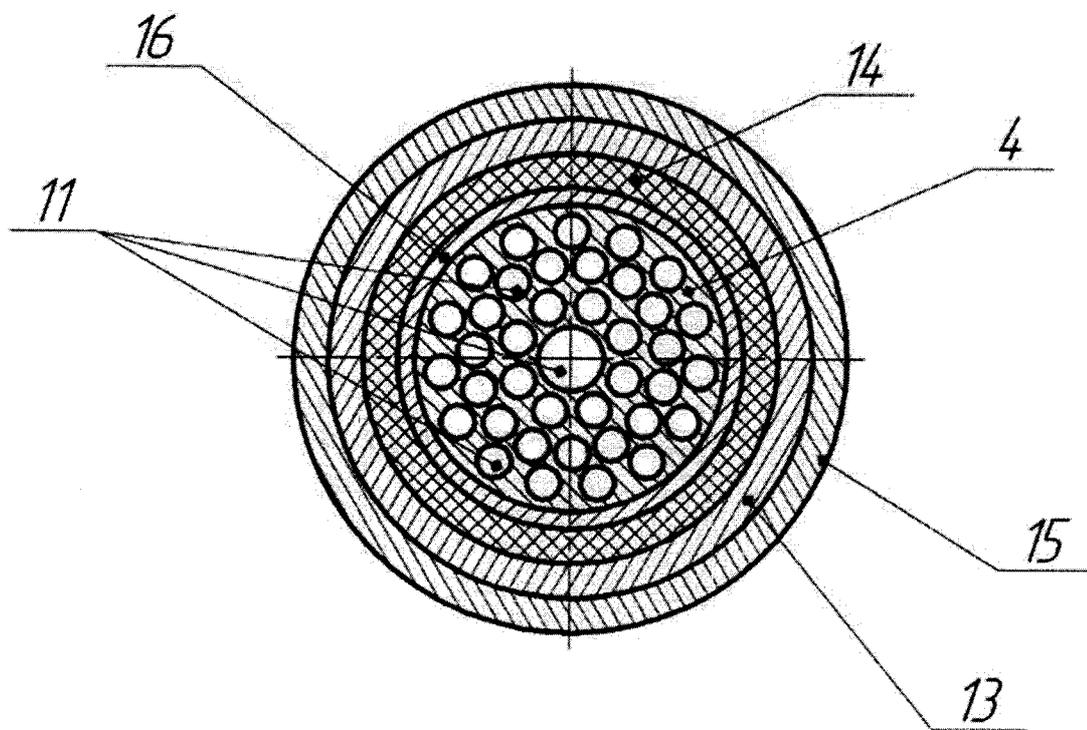


Фиг. 4



$\Phi 42.5$

A-A



Фиг. 6

ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ
ПОИСКЕ(статья 15(3) ЕАПК и правило 42
Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

201700067

Дата подачи: 29 декабря 2016 (29.12.2016)		Дата испрашиваемого приоритета:	
Название изобретения: Способ предотвращения асфальтосмолопарафиновых отложений в нефтедобывающих скважинах и устройство для его осуществления			
Заявитель: РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ "БЕЛОРУСНЕФТЬ"			
<input type="checkbox"/> Некоторые пункты формулы не подлежат поиску (см. раздел I дополнительного листа)			
<input type="checkbox"/> Единство изобретения не соблюдено (см. раздел II дополнительного листа)			
А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:		E21B 37/00 (2006.01) E21B 36/04 (2006.01)	
Согласно Международной патентной классификации (МПК) или национальной классификации и МПК			
Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:			
Минимум просмотренной документации (система классификации и индексы МПК) E21B 37/00, 36/00, 36/04, 43/00, 43/24, H05B 6/00, 6/10			
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в область поиска:			
В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ			
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей		Относится к пункту №
У	RU 2584137 C2 (ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ГАЗПРОМ ДОБЫЧА ЯМБУРГ") 20.05.2016, с. 6, строки 18-48, с. 7, строки 11-15, формула, реферат		1, 4, 5 2, 3, 6
А			
У	RU 2010954 C1 (ТАТАРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ) 15.04.1994, с. 3, строки 27-31, 36-41, фиг. 1		1, 4, 5
У	SU 366588 A1 (МОСКОВСКИЙ ВЕЧЕРНИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ) 16.01.1973, кол. 1, строки 1-13		1, 4, 5
У	RU 2200228 C2 (ДРЯГИН ВЕНИАМИН ВИКТОРОВИЧ) 10.03.2003, с. 6, строки 20-24, 32-36		1, 4, 5
<input checked="" type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы В		<input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении	
* Особые категории ссылочных документов:			
"А" документ, определяющий общий уровень техники		"Т" более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения	
"Е" более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее		"Х" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности	
"О" документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.		"У" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории	
"Р" документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета		"&" документ, являющийся патентом-аналогом	
"D" документ, приведенный в евразийской заявке		"L" документ, приведенный в других целях	
Дата действительного завершения патентного поиска:		13 июля 2017 (13.07.2017)	
Наименование и адрес Международного поискового органа: Федеральный институт промышленной собственности РФ, 125993, Москва, Г-59, ГСП-3, Бережковская наб., д. 30-1. Факс: (499) 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		 Т. А. Леднева Телефон № (499) 240-25-91	

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ

Номер евразийской заявки:
201700067

ДОКУМЕНТ		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
У	RU 2569102 C1 (ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР "ЭНЕРГОДИАГНОСТИКА") 20.11.2015, реферат, с. 7, строки 24-48, с. 8, строки 1-17, фиг. 1	4
А	CN 03022693 U (DAQING KEFENG PETROLEUM TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD) 26.06.2013	1-6