

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2451158

### УСТРОЙСТВО ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ СКВАЖИН - ЭЛЕКТРОПАРОГЕНЕРАТОР

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2010147607

Приоритет изобретения **22 ноября 2010 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **20 мая 2012 г.**

Срок действия патента истекает **22 ноября 2030 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Б.П. Симонов*





## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2010147607/03, 22.11.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 22.11.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.11.2010

(45) Опубликовано: 20.05.2012

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2169830 C1, 27.06.2001. RU 2368760 C1, 27.09.2009. RU 2181530 C2, 20.04.2002. SU 381736 A1, 01.01.1973. EP 1738054 B1, 16.04.2008. CA 2152520 A, 02.09.1996.

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия,  
2, СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной  
собственности и трансфера технологий  
(отдел ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Загривный Эдуард Анатольевич (RU),  
Лакота Ольга Борисовна (RU),  
Маларев Вадим Игоревич (RU),  
Зырин Вячеслав Олегович (RU)

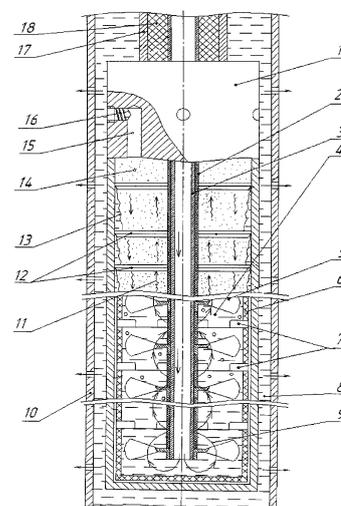
(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Санкт-Петербургский  
государственный горный институт  
имени Г.В. Плеханова (технический  
университет)" (RU)

## (54) УСТРОЙСТВО ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ СКВАЖИН - ЭЛЕКТРОПАРОГЕНЕРАТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу и может применяться для тепловой обработки продуктивного пласта высоковязкой нефти, восстановления гидравлической связи пласта со скважиной, увеличения нефтеотдачи пластов с высоковязкой нефтью и дебита скважин, а также возобновления эксплуатации нерентабельных скважин на нефть, природный газ, на пресные, минеральные и термальные воды. Устройство для тепловой обработки призабойной зоны скважины включает электропарогенератор, являющийся нулевым электродом, заполненный водой, центральный изолированный токовод, помещенный внутрь корпуса и соединенный с установленными на нем по высоте один над другим фазными электродами. При этом каждый фазный электрод выполнен в виде многозаходного винта с углом атаки лопастей 20-40°. Причем на внутренней поверхности корпуса расположены отбойные конденсатосъемники в виде стальных колец. Техническим результатом является повышение эффективности тепловой обработки скважин. 3 ил.



Фиг.1

Изобретение относится к горному делу и может применяться для тепловой обработки продуктивного пласта высоковязкой нефти, восстановления гидравлической связи пласта со скважиной, увеличения нефтеотдачи пластов с высоковязкой нефтью и дебита скважин, а также возобновления эксплуатации нерентабельных скважин на нефть, природный газ, на пресные, минеральные и термальные воды.

Известен индукционный нагреватель (патент RU № 2010954, опубл. 15.04.1994), имеющий полый корпус, концентрический кожух, образующий с корпусом кольцевую полость с размещением в ней индукционных катушек. Однако нагреватель не предназначен для теплового воздействия на продуктивный пласт и служит для профилактики налипания асфальто-смоло-парафиновых отложений на стенах компрессорной трубы.

Известен скважинный генератор теплоты (авторское свидетельство SU № 381736, опубл. 01.01.1973), включающий коаксиальное расположение электродов, к которым подключается постоянный ток. Однако скважинный генератор тепла не позволяет передать большие мощности для теплового воздействия на призабойную зону продуктивного пласта.

Известно устройство тепловой обработки призабойной зоны скважины (патент RU № 2368760, опубл. 27.09.2009), включающее герметичный корпус нагревателя, являющийся нулевым электродом, частично заполненный водой, центральный токовод, расположенный внутри корпуса и соединенный с фазным электродом. Фазный электрод выполнен в виде тонкостенной трубы, находящейся внутри трубчатого изолятора корпуса. Недостатком данного устройства является невозможность сепарации получаемого для тепловой обработки скважины пара.

Известен нагреватель для нефтяной скважины (патент RU № 2249672, опубл. 10.04.2005), включающий источник тока, выводящий кабель, а также нагревательный кабель. Токопроводящие жилы нагревательного кабеля на одном его конце соединены между собой, а другими концами посредством выводящего кабеля подключены к источнику тока. Выводящий кабель проходит через устье в скважину вдоль подъемной трубы и электрически соединен с расположенным в скважине нагревательным кабелем. Недостатком данного нагревателя является то обстоятельство, что он не позволяет осуществлять термогидродинамическое воздействие паром на пласт.

Известно электронагревательное устройство тепловой обработки призабойной зоны скважины (патент RU № 2169830, опубл. 27.06.2001), взятое нами за прототип, включающее корпус нагревателя, силовой кабель питания, диски-электроды, установленные на токопроводе, размещенном по оси корпуса. Диски-электроды выполнены с перфорацией и собраны в чередующиеся пары, где верхние диски-электроды соединены с корпусом, а нижние закреплены на токопроводе, причем в междисковых интервалах токопровода и корпуса размещены термостойкие изоляторы, а корпус нагревателя заполнен токопроводящей жидкостью до уровня самого верхнего электрода. Такая конструкция позволяет уменьшить тепловые потери и повысить мощность электронагревательных устройств. Недостатком этого устройства является низкая интенсивность конвекции из-за повышенного гидравлического сопротивления, создаваемого электродами, а также пониженная сухость пара за счет отсутствия его сепарации внутри устройства, что снижает эффективность его использования для тепловой обработки скважины.

Техническим результатом является увеличение степени сухости пара на выходе электропарогенератора.

Технический результат достигается тем, что в устройстве для тепловой обработки призабойной зоны скважины, включающем электропарогенератор, являющийся нулевым электродом, заполненный водой, центральный изолированный токовод, помещенный внутрь корпуса и соединенный с установленными на нем по высоте один над другим фазными электродами, каждый фазный электрод выполнен в виде многозаходного винта с углом атаки лопастей 20-40°, а на внутренней поверхности корпуса расположены отбойные конденсатосъемники в виде стальных колец.

Выполнение фазного электрода в виде многозаходного винта с углом атаки лопастей 20-40° позволяет создавать в восходящем потоке пароводяной смеси циркуляционное движение относительно оси электропарогенератора.

Наличие отбойных конденсатосъемников на внутренней поверхности электропарогенератора позволяет улавливать капли жидкости из потока пара, что в целом приводит к разделению (сепарации) пароводяной смеси по сечению электропарогенератора.

Устройство тепловой обработки поясняется чертежами. Разрез скважинного электропарогенератора - ЭПГ приведен на фиг.1. Конструктивные размеры одного звена ЭПГ, содержащего фазный электрод, приведены на фиг.2. Вид корпуса ЭПГ по линии разреза А-А и вид Б корпуса ЭПГ сбоку приведены на фиг.3.

На чертеже 1 - металлический корпус ЭПГ (нулевой электрод); 2 - термостойкая изоляционная оболочка; 3 - центральный токовод; 4 - зона нагрева подающей жидкости; 5 - фазный электрод (его

лопасть); 6 - боковая стенка фторопластового керамического стакана; 7 - токопроводящие окна; 8 - внутрискважинная жидкость; 9 - направление конвективного потока рабочей жидкости; 10 - эксплуатационная колонна; 11 - направление движения пара; 12 - конденсаторсъемник; 13 - стекающий конденсат; 14 - паровая зона; 15 - паровыводящий канал; 16 - клапан; 17 - колонна насосно-компрессорных труб; 18 - проходной изолятор.

Конструкция устройства тепловой обработки призабойной зоны скважин, размещенного в зоне продуктивного пласта внутри эксплуатационной колонны 10, включает в себя скважинный электропарогенератор, который закреплен на конце колонны насосно-компрессорных труб (НКТ) 17. Электропарогенератор состоит из металлического корпуса 1, выполненного в форме цилиндра и являющегося нулевым электродом. Центральный токовод 3, имеющий термостойкую изоляционную оболочку 2, закреплен в верхней части корпуса 1 через проходной изолятор 18, на внутренней поверхности корпуса 1 расположены в виде стальных колец отбойные конденсаторсъемники 12. Внутри корпуса 1 на тоководе 3 через равные промежутки, разделенные трубчатými термостойкими изоляторами 2, установлены по высоте один над другим фазные электроды 5, каждый фазный электрод выполнен в виде многозаходного винта с углом атаки лопастей 20-40°, применяемых для закручивания потока вокруг оси с целью получения тангенциальной составляющей скорости и сепарации пара. Межэлектродное расстояние определяется мощностью устройства, питающим напряжением, поверхностной плотностью тока и удельным сопротивлением токопроводящей жидкости. Каждый фазный электрод помещен во фторопластовый керамический стакан, имеющий боковую стенку 6 и токопроводящие окна 7. Верхняя часть корпуса 1, свободная от фазных электродов и образующая паровую зону 14 электронагревателя, содержит паровыводящий канал 15 с клапаном 16.

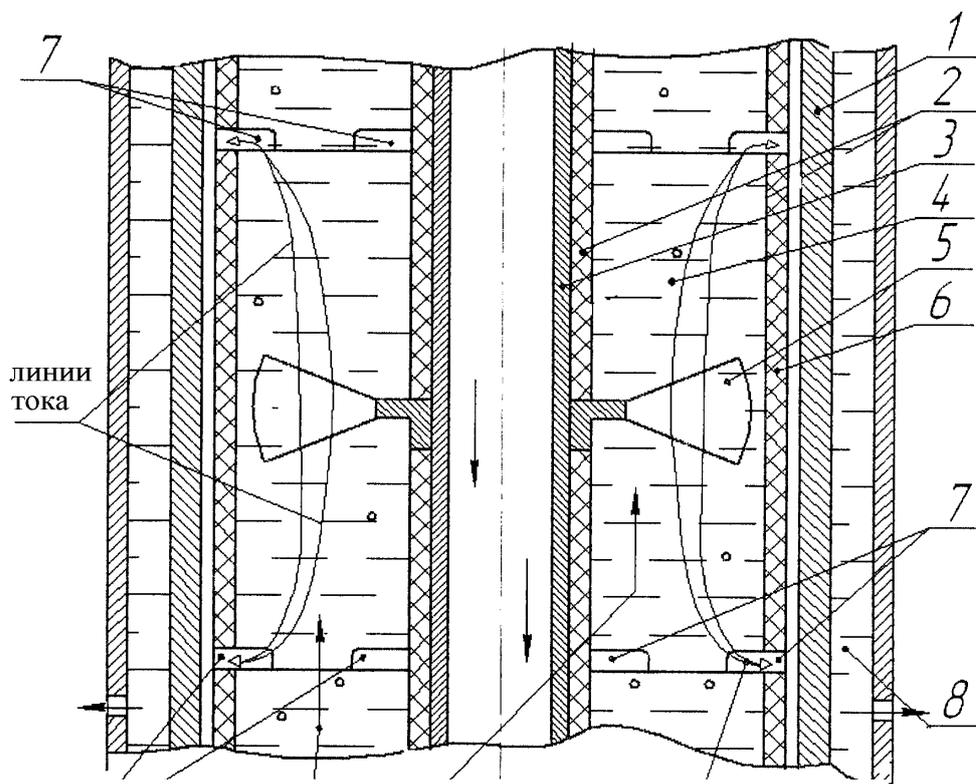
Устройство тепловой обработки работает следующим образом. После сборки устройства и постановки его в область продуктивного пласта, через центральный токовод 3, изолированный пакером, по высоковольтному силовому кабелю питания на фазные электроды 5 (фиг.1), выполненные в виде многозаходного винта с углом атаки лопастей 20-40° устройства, заполненного токопроводящей жидкостью 4, подают напряжение 3-6 кВ, частотой 50 Гц, после чего от фазных электродов 5, через жидкость 4 и токопроводящие окна 7, площадь которых  $S$  равна площади поверхности фазных электродов 5, к металлическому корпусу 1, являющемуся нулевым электродом, потечет электрический ток (стрелки на фиг.2 показывают направление тока), вызывая интенсивный нагрев жидкости 4, кипение и образование пара 11, который в процессе движения в вертикальном направлении приобретает тангенциальную составляющую скорости, что приводит к закручиванию пароводяной смеси с помощью фазных электродов 6 вокруг центральной оси электропарогенератора, сепарации пара и его выбросу через паровыводящие каналы 15 с клапаном 16 в зону 8, заполненную внутрискважинной жидкостью, при этом конденсат 13, возникающий в результате конденсации и сепарации паровоздушной смеси, оседающий на внутренней поверхности корпуса 1 электропарогенератора, задерживается конденсаторсъемниками 12 и стекает обратно в зону кипения. Кипение и образование пара приводит к теплообмену между стенкой корпуса 1 предложенного устройства и внутрискважинной жидкостью 8, при этом осуществляется подпитка котловой жидкостью через центральный токовод 3.

Устройство термического воздействия на призабойную зону скважин основано на нагреве жидкости в изолированном продуктивном участке скважины на уровне продуктивного пласта с удельной мощностью 3-9 МВт/м<sup>3</sup>.

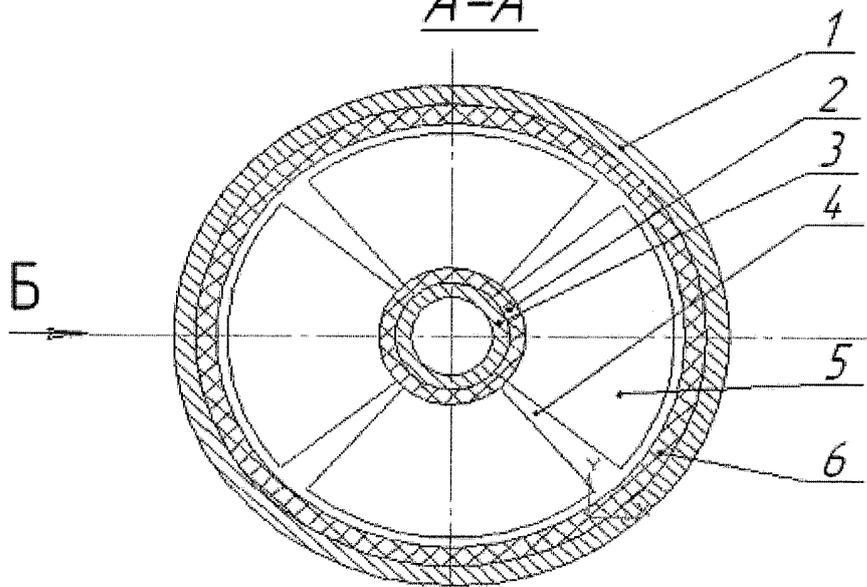
Таким образом, устройство тепловой обработки призабойной зоны скважины обеспечивает увеличение сухости пара на выходе электропарогенератора.

### **Формула изобретения**

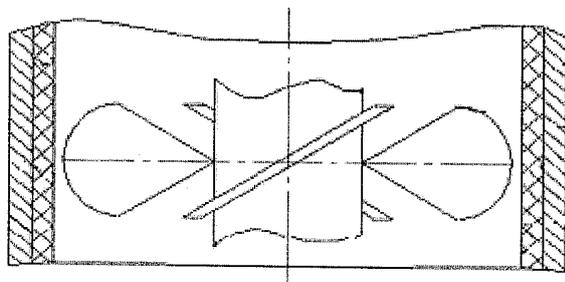
Устройство для тепловой обработки призабойной зоны скважины, включающее электропарогенератор, являющийся нулевым электродом, заполненный водой, центральный изолированный токовод, помещенный внутрь корпуса и соединенный с установленными на нем по высоте один над другим фазными электродами, отличающееся тем, что каждый фазный электрод выполнен в виде многозаходного винта с углом атаки лопастей 20-40°, а на внутренней поверхности корпуса расположены отбойные конденсаторсъемники в виде стальных колец.



A-A



Вид Б



Фиг.3