

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **040684**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.07.15**

(51) Int. Cl. *E21B 36/04* (2006.01)  
*F22B 1/28* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202091728**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.08.17**

---

(54) **ЗАБОЙНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПАРОГЕНЕРАТОР С НАГРЕВАТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

---

(43) **2020.12.30**

(56) RU-C1-2324859  
RU-C1-2129233  
RU-C1-2451158  
CN-U-205079203  
CA-A-1272680

(96) **2020000079 (RU) 2020.08.17**  
(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

**СУРГУЧЕВ ЛЕОНИД  
МИХАЙЛОВИЧ; СУРГУЧЕВА  
АННА ЛЕОНИДОВНА; СУРГУЧЕВА  
ЕЛИЗАВЕТА ЛЕОНИДОВНА (RU)**

(74) Представитель:  
**Сургучева А.Л., Сургучев Л.М. (RU)**

---

(57) Данное изобретение относится к способу генерации пара на забое скважины. Предлагаемое устройство представляет собой электрический парогенератор с нагревательными элементами, установленными на стенках внутренних сообщающихся извилистых труб в цилиндрической камере нагрева с извилистым проходом водопаровой смеси, для обеспечения нагрева воды до состояния перегретого пара. Нагревательные элементы изготовлены из сплава с высоким электрическим сопротивлением для обеспечения превращения закачиваемой с поверхности воды в пар или перегретый пар высокой температуры для закачки в пласт под давлением.

**040684 B1**

**040684 B1**

Данное изобретение относится к способу генерации пара на забое скважины. Предлагаемое устройство представляет собой электрический парогенератор с нагревательными элементами, установленными на стенках внутренних сообщающихся извилистых труб в цилиндрической камере нагрева. Нагревательные элементы изготовлены из сплава с высоким электрическим сопротивлением для обеспечения превращения закачиваемой с поверхности воды в пар или перегретый пар высокой температуры для закачки в пласт под давлением.

Мощность тепла, выделяемого в единице объема среды при протекании постоянного электрического тока, согласно закону Джоуля-Ленца равна произведению плотности электрического тока на величину напряженности электрического поля:

$$\omega = \sigma * E^2$$

где  $\omega$  - мощность выделения тепла в единице объема,

$E$  - напряженность электрического поля,

$\sigma$  - проводимость среды.

Сплав в соотношении никеля 55-78% и хрома 15-23% (нихром) с возможными добавками кремния, кобальта, железа, алюминия и/или титана обладает высокой устойчивостью к окислению, а также хорошими прочностными показателями, сохраняет высокую прочность при высоких температурах, до 1000°C. Такие сплавы являются оптимальными материалами для производства теплообменных трубок парогенераторов.

Нихром одинаково успешно противостоит процессам науглероживания и азотирования. Сплав обладает высокой усталостной прочностью. Такое качество обеспечивают ему добавки элементов хрома и кобальта. Температура плавления сплава около 1400°C, удельная теплоемкость 400-450 Дж/(кг\*К), удельное электрическое сопротивление 1,05-1,4 Ом\*мм<sup>2</sup>/м. Совокупность указанных свойств позволяет использовать сплав для нагревательных элементов.

На сегодня известны следующие конструкции электрических нагревателей.

Известен индукционный нагреватель (патент RU № 2010954), имеющий полый ферромагнитный корпус и кожух, между которыми размещены индукционные катушки. Однако нагреватель не предназначен для генерации пара и служит для прогрева добываемой вязкой и парафинистой нефти в скважине.

Известен забойный электропарогенератор (патент RU № 2451158) с центральным изолированным тоководом с установленными по высоте один над другим фазными электродами в виде многозаходного винта.

Известен забойный электрический нагреватель (патент USA № 5539853), использующий провода Инконель, обладающие высоким удельным электрическим сопротивлением, для подогрева закачиваемого в пласт азота или воздуха.

Известен электрический парогенератор (патент RU 2324859), который использует обечайку и гранулированный фильтр вокруг нагревателя с параллельно навитыми нихромовыми спиралями. Недостатками и ограничениями в применении данной установки являются (1) не возможность ее спуска в скважину для генерации пара на забое и (2) в связи с использованием не проточных камер нагрева с фильтрами и разными плотностями засыпки гранулированного материала, периодически наполняемыми и опорожняемыми с использованием вентиля, не возможность обеспечения последовательной, без остановок, прокачки и нагрева больших объемов воды, необходимых для постоянной, без остановок, под большим давлением закачки перегретого пара в продуктивные подземные пласты.

Данное изобретение, которое устраняет вышеперечисленные ограничения и недостатки, позволяет осуществить генерацию перегретого пара на забое нагнетательно скважины для последовательной закачки больших объемов пара под высоким давлением в пласт. Изобретение поясняется чертежом. На чертеже показан предлагаемый забойный электрический парогенератор 1, спущенный на насосно-компрессорных трубах 2 в скважину 3. Забойный парогенератор состоит из корпуса, соединенного силовым кабелем питания 4 с источником энергии на поверхности 5. Подача воды в скважину осуществляется насосом 6 с поверхности по насосно-компрессорным трубам 2. Токопроводные кабели входят сначала в камеру обвязки 7, потом через никелевые провода низкого электрического сопротивления проходят через камеру охлаждения 8 с термостойкими изоляторами и подключаются к проводам нагревателям высокого электрического сопротивления в камере нагрева 9 располагаемой в нижней части устройства. Камера нагрева 9 состоит из извилистого прохода 10 водопаровой смеси между нагревательными элементами в виде стержней, расположенными на цилиндрических стенках труб 11. Нагревательные стержни изготовлены из сплава высокого электрического сопротивления нихром с возможными добавками кремния, кобальта, железа, алюминия и/или титана. Внутренний корпус камеры нагрева устройства парогенератора 12 выполнен из диэлектрического материала. Извилистый проход пароводяной смеси по трубам цилиндрического нагревателя обеспечивает достаточно необходимое время прогрева воды до состояния пара и/или перегретого пара. Длина камеры прогрева может изменяться в зависимости от требуемой температуры, производительности и качества пара, производимого забойным парогенератором.

Количество нагревающих элементов, устанавливаемых на стенках труб цилиндрической камеры нагрева, зависит от требуемого расхода пара и его температуры.

В предлагаемом устройстве парогенератора температура нагрева пара может составлять до 800-900°C.

Вода, постоянно закачиваемая с поверхности по насосно-компрессорным трубам, попадая в устройство забойного парогенератора, проходит по извилистому пути между нагревательными элементами и нагреваясь до состояния перегретого пара, нагнетается под давлением в пласт через интервалы перфорации 13.

Преимуществами данного изобретения забойного электрического парогенератора являются:

исключение тепловых потерь в стволе скважины при закачке пара, как в случае применения поверхностных парогенераторов,

снятие ограничений по глубине скважины для энергетически эффективного получения пара на забое скважины для нагнетания в пласт,

возможность получения на забое перегретого пара высоких температур,

возможность продолжения работы оборудования парогенератора при выходе из строя отдельных нагревателей,

возможность подъема, ремонта и спуска оборудования в нагнетательные скважины на насосно-компрессорных трубах.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Забойный электрический парогенератор, выполненный с возможностью спуска на забой нагнетательной скважины на насосно-компрессорных трубах, содержащий:

корпус;

расположенные в корпусе внутренние трубы с цилиндрическими стенками, образующие камеру нагрева с извилистым проходом водопаровой смеси;

нихромовые нагревательные элементы высокого электрического сопротивления в виде стержней, установленные на цилиндрических стенках внутренних труб, так, чтобы в камере обеспечивался нагрев воды до состояния перегретого пара, закачиваемого в пласт под давлением.

2. Забойный электрический парогенератор по п. 1, в котором нихромовые нагревательные элементы, изготовленные в виде стержней, могут содержать в сплаве добавки кремния, кобальта, железа, алюминия и/или титана.

