

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **041442**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.10.25**

(21) Номер заявки  
**202092155**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.10.10**

(51) Int. Cl. *E21B 43/00* (2006.01)  
*E21B 43/24* (2006.01)  
*E21B 43/243* (2006.01)  
*E21B 41/00* (2006.01)  
*C01B 3/38* (2006.01)

---

(54) **ПРОЦЕСС ЭКЗОТЕРМИЧЕСКОГО РЕАКЦИОННОГО ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ И ДОБЫЧИ ВОДОРОДА**

---

(43) **2022.01.31**

(96) **2020000104 (RU) 2020.10.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**СУРГУЧЕВА АННА ЛЕОНИДОВНА  
(RU)**

(56) EA-A1-201100319  
CA-C-1294867  
US-B1-7431084  
SU-A1-1700214

(72) Изобретатель:  
**Сургучев Леонид Михайлович,  
Сургучева Елизавета Леонидовна,  
Сургучева Анна Леонидовна (RU)**

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

---

(57) Изобретение относится к процессу получения водорода из углеводородов в пласте и добычи водорода. Необходимые температурные условия для разложения углеводородов и генерации водорода в пласте создаются в результате экзотермических термитных реакций в горизонтальных, наклонных и многоствольных скважинах с искусственно созданной системой трещин.

**B1**

**041442**

**041442**  
**B1**

### Вступление

Значительные запасы углеводородов, природного газа и нефти в мире залегают в низкопроницаемых пластах, сланцевых, истощенных месторождениях и неkomмерческих залежах углеводородов.

Осуществление процесса разложения углеводородов на водород и углерод в пласте без образования оксидов углерода, азота и парниковых газов открывает доступ к колоссальному источнику чистой энергии в виде водорода.

Температуры, необходимые для разложения углеводородов на водород и углерод в пласте, могут быть достигнуты за счет осуществления термитных реакций в призабойной зоне скважин, пробуренных на месторождениях углеводородов.

При термитной экзотермической реакции между металлом и окислом другого металла происходит окисление свободного металла за счет кислорода, содержащегося в окисле другого металла. Горючим служит свободный металл, а окислителем - окисел металла.

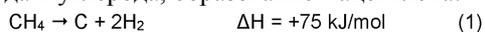
### Описание изобретения

Настоящее изобретение относится к процессу разложения углеводородного газа или нефти в пласте на углерод и/или углеродные соединения и водород с последующей добычей образовавшегося в пласте водорода на поверхность для его дальнейшего коммерческого использования.

Разложение углеводородов при высокой температуре в отсутствие свободного кислорода и воды позволяет получать водород без образования оксидов углерода, азота и парниковых газов.

Горизонтальные и наклонные многоствольные скважины с многоступенчатым гидроразрывом пласта могут использоваться для нагнетания в пласт термитной смеси в порошкообразном виде, наполняющей и удерживающей созданные трещины в открытом состоянии. Используемая термитная смесь может иметь стехиометрическое соотношение оксида металла, например оксида железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), и свободного металла, например алюминия (Al), в соотношении 3:1 (железоалюминиевый термит) или варьировать в диапазоне  $\text{Fe}_2\text{O}_3=65-85\%$  и  $\text{Al}=15-35\%$  в зависимости от оптимальных условий конкретного месторождения углеводородов и присутствия в пластах других компонентов и химических соединений. Для создания термитной смеси могут также применяться оксиды железа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  с другими свободными металлами, такими как магний (Mg) или кальций (Ca), содержание которых может изменяться от 30 до 45%. Термитные смеси могут гореть без присутствия кислорода, и они не затухают в присутствии воды. Некоторые термитные смеси могут гореть практически без пламени. Температура, создаваемая запальной смесью для активации термитной реакции, находится в диапазоне  $750-850^\circ\text{C}$ . При воспламенении термита температура начинает подниматься выше  $1000^\circ\text{C}$  с образованием железа и шлака, достигая значений  $2300-3500^\circ\text{C}$ . Термитная смесь может поджигаться специальным запалом из комбинации пероксида бария ( $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ) в сочетании с магнием (Mg) и/или натрием (Na). Поджог термитной смеси, размещенной на забое скважины, возможен с поверхности с применением устройств дистанционного поджога (УДП) термитной смеси. УДП позволяет инициировать процесс термитных реакций на забое скважины. Радиопередатчик УДП устанавливается на устье скважины, а радиоприемник коммутатор опускается на забой скважины на кабеле с канальной кодированной связью. Радиопередатчик излучает импульсные радиосигналы, получаемые на забое радиоприемником-коммутатором, который обеспечивает электротермоподжог термитной смеси на забое. При превышении температуры в пласте  $750-800^\circ\text{C}$  начинаются реакции пиролиза или высокотемпературного термоллиза углеводородов. Органические природные соединения в отсутствие кислорода разлагаются на составляющие, менее тяжелые молекулы или химические элементы под действием повышенной температуры.

Пиролиз метана при температурах выше  $1000^\circ\text{C}$  является эндотермическим и может сопровождаться рядом с выделением водорода и углерода, образованием ацетилена:

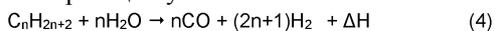


В большинстве залежей углеводородов присутствует пластовая вода или вода, закачанная в пласт в результате осуществлявшегося ранее на месторождениях процесса заводнения. В этих случаях в пласте при повышении температуры до соответствующих значений могут также протекать следующие реакции:

Конверсия гетерогенного катализа:



Реакция паровой конверсии или реформирование метана (SMR) является высокоэндотермической. Если продукты реакции SMR составляют 3 моль водорода и 1 моль CO, то для более тяжелых углеводородов это соотношение в результате реакции уменьшается:



Реакция замещения водой (WGS) является обратимой и умеренно экзотермической:



Реакции акватермоллиза тяжелых нефтей:



В акватермоллизе тяжелой нефти участвуют реакции пиролиза, гидрирования, раскрытия кольца, закрытия кольца и десульфурации.

### Описание процесса изобретения

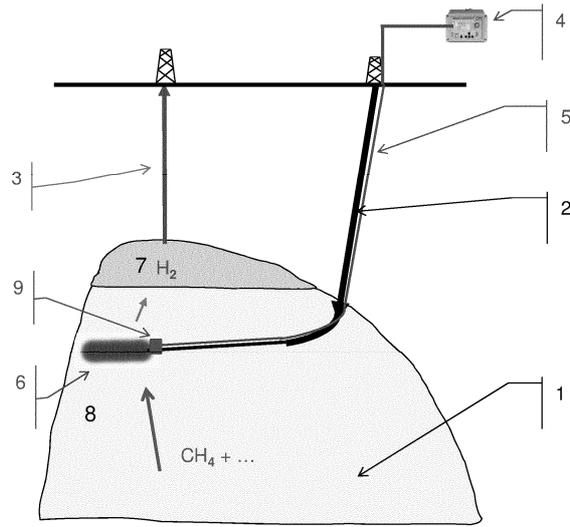
На месторождении углеводородов 1 пробурена горизонтальная, многоствольная или наклонная скважина 2 и вертикальная добывающая скважина 3 (фиг. 1). УДП 4 устанавливается на устье скважины 2. Кабельная линия 5 устанавливается в скважине для направления импульсного радиосигнала, получаемого на забое радиоприемником-коммутатором 6 в секции скважины 2. В первой пробуренной секции ствола скважины 2 выполняется гидроразрыв в призабойной зоне с использованием термитной смеси в качестве наполнителя трещин. Радиоприемник УДП 6 соединен кабелем с радиопередатчиком УДП 4 на поверхности. После установки радиоприемника УДП 6 на забое первой секции скважины её ствол изолируется и перекрывается цементным мостом 9 с выполнением установленных процедур и правил консервации скважин. УДП используется для инициации термитной реакции в первой разбуренной секции скважины 2. Образующийся в результате высокотемпературного термолитиза углеводородов водород под воздействием сил гравитации аккумулируется в сводовой части залежи. После проведения процесса в первой секции скважины 2 проводится бурение новой секции 8 скважины 2 (фиг. 2) по технологии бокового ствола с проведением тех же процедур, как и в первой секции скважины: гидроразрыв в призабойной зоне с использованием термитной смеси в качестве наполнителя трещин, установка радиоприемника УДП 6, соединенного кабелем с радиопередатчиком УДП 4 на поверхности, установка цементного моста, отсекающего эту секцию от основного ствола скважины. Инициация термитной реакции и пиролиза углеводородов во второй разбуренной секции скважины. Такая процедура может повторяться в нескольких боковых стволах 10 скважины 2 для достижения более полного охвата пласта необходимой для генерации водорода областью термолитического прогрева. Вертикальная скважина 3 используется для последующей добычи образовавшегося в пласте водорода из сводовой части залежи на поверхность для дальнейшего коммерческого использования.

Это изобретение с применением термитных реакций в скважинах углеводородного пласта позволяет реализовать экономически эффективный процесс разложения углеводородов на водород и углерод в призабойной зоне скважин, пробуренных на месторождении.

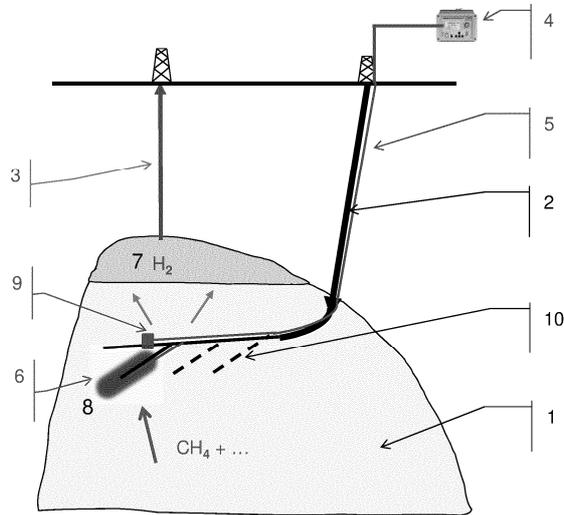
Процесс разложения природного газа в пласте месторождения представляет собой способ декарбонизации углеводородного топлива для перехода на водородную экономику.

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ разложения углеводородов на водород и углерод, в котором строят нагнетательные скважины на месторождениях углеводородов; нагнетают термитную смесь в порошковом виде в трещины в пласте; поджигают термитную смесь; добывают водород из сводовой части вертикальными добывающими скважинами.
2. Способ по п.1, в котором строят специальные горизонтальные, наклонные и многоствольные нагнетательные скважины с осуществлением последовательного многоступенчатого гидроразрыва пласта в отдельных секциях и стволах скважины для закачки в них наполнителей в виде термитной порошкообразной смеси, состоящей из алюминия (Al) и оксида железа ( $Fe_2O_3$ ) с последующим их дистанционным поджогом на забое скважины для осуществления экзотермических реакций.
3. Способ по п.1, в котором для создания термитной смеси применяют оксиды железа ( $Fe_2O_3$ ) с другими свободными металлами, такими как магний (Mg) или кальций (Ca).
4. Способ по п.1, в котором термитную смесь на забое нагнетательной скважины поджигают специальным запалом из комбинации пероксида бария ( $Ba(NO_3)_2$ ) в сочетании с магнием (Mg) и/или натрием (Na) с использованием устройств дистанционного поджога (УДП) термитной смеси с радиопередатчиком на устье скважины, соединенным кабелем с радиоприемником, устанавливаемым на забое скважины.
5. Способ по п.1, в котором для изоляции области осуществленной термитной реакции в призабойной зоне отдельной секции с проведенным гидроразрывом в скважине устанавливают цементный мост с выполнением установленных процедур консервации и операция осуществления термитных реакций повторяется в другой секции скважины после проведения в ней гидроразрыва пласта.



Фиг. 1



Фиг. 2

