

(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.

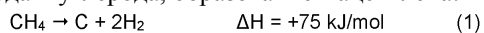
Описание изобретения

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 (Fe_2O_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 Fe_2O_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°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°C является эндотермическим и может сопровождаться рядом с выделением водорода и углерода, образованием ацетилена:

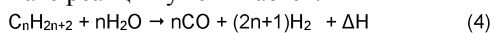


В большинстве залежей углеводородов присутствует пластовая вода или вода, закачанная в пласт в результате осуществлявшегося ранее на месторождениях процесса заводнения. В этих случаях в пласте при повышении температуры до соответствующих значений могут также протекать следующие реакции:

Конверсия гетерогенного катализа:



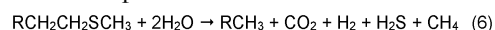
Реакция паровой конверсии или реформирование метана (SMR) является высокоэндотермической. Если продукты реакции SMR составляют 3 моль водорода и 1 моль CO, то для более тяжелых углеводородов это соотношение в результате реакции уменьшается:



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

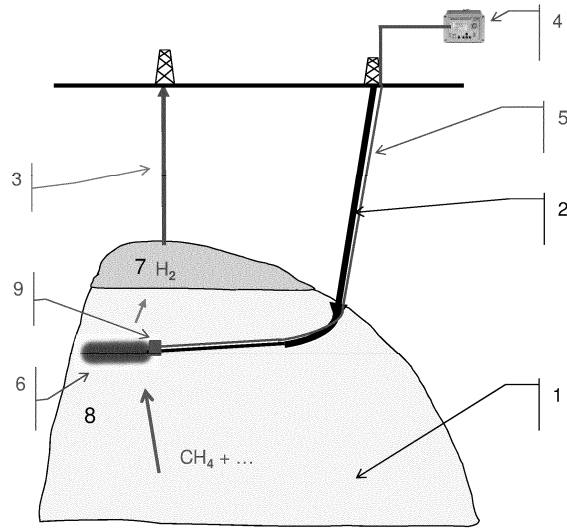
На месторождении углеводородов 1 пробурена горизонтальная, многоствольная или наклонная скважина 2 и вертикальная добывающая скважина 3 (фиг. 1). УДП 4 устанавливается на устье скважины 2. Кабельная линия 5 устанавливается в скважине для направления импульсного радиосигнала, получаемого на забое радиоприемником-коммутатором 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.

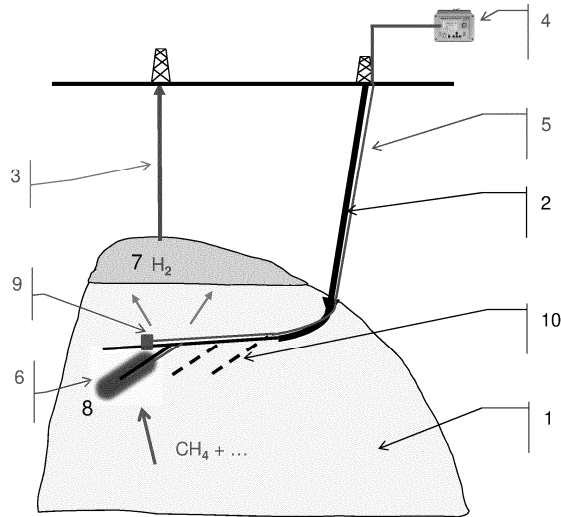
Процесс разложения природного газа в пласте месторождения представляет собой способ декарбонизации углеводородного топлива для перехода на водородную экономику.

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

