

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202091470** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2022.01.31

(22) Дата подачи заявки
2020.07.13

(51) Int. Cl. *E21B 43/00* (2006.01)
E21B 43/24 (2006.01)
E21B 43/243 (2006.01)
E21C 41/00 (2006.01)
C09K 8/00 (2006.01)
C10G 47/00 (2006.01)

(54) **ПРОЦЕСС СЕПАРАЦИИ И ДОБЫЧИ ВОДОРОДА, ГЕНЕРИРУЕМОГО В ПЛАСТЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ПУТЕМ ГЕТЕРОГЕННОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ, РЕАКЦИЙ АКВАТЕРМОЛИЗА ИЛИ ОКИСЛЕНИЯ**

(96) **2020000058 (RU) 2020.07.13**

(71)(72) Заявитель и изобретатель:
**СУРГУЧЕВ ЛЕОНИД
МИХАЙЛОВИЧ; СУРГУЧЕВА
АННА ЛЕОНИДОВНА (RU)**

(57) Изобретение относится к способу сепарации и добычи водорода, генерируемого в пласте нефтяных или газовых месторождений, путем гетерогенной каталитической конверсии, реакций акватермолиза или окисления. Процесс, описываемый в этом изобретении, позволяет достичь сегрегации водорода в углеводородном пласте с использованием сил гравитации, разности плотностей и растворимостей газов и жидких фазах. Водород, накапливающийся в газовой фазе без "парниковых" газов, в верхней части нефтяного или газового месторождения, может быть добыт для коммерческого использования.

202091470
A1

202091470

A1

**Процесс сепарации и добычи водорода, генерируемого в пласте
нефтяных и газовых месторождений, путем гетерогенной
каталитической конверсии, реакций акватермолиза или окисления**

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к сепарации и добыче водорода, образующегося в пласте нефтяных или газовых месторождений в результате реакций гетерогенной каталитической конверсии, реакций акватермолиза или окисления.

Вступление

Существует общее понимание того, что выбросы «парниковых» газов из-за быстрого роста потребления ископаемой углеродной энергии привели к глобальному потеплению. В то же время, с ростом численности населения, ростом спроса на энергию и развитием нефтехимической промышленности в мире существует проблема извлечения экологически приемлемым способом:

- газа и нефти из неkomмерческих и истощенных месторождений,
- тяжелой нефти и битумов.

Конверсия углеводородов в водород в пласте с дальнейшей сепарацией, накоплением, хранением и производством водорода позволит получить чистую энергию как из «трудноизвлекаемых» запасов углеводородов, так и из новых и уже разрабатываемых месторождений нефти и природного газа.

Процесс этого изобретения, относящийся к сепарации и добыче водорода исключая извлечение «черного углерода» на поверхность и эмиссию «парниковых» газов в атмосферу, открывает новый огромный потенциальный источник коммерческого водорода для химической промышленности и использования экологически чистой энергии.

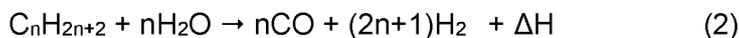
Изобретение

Данное изобретение относится к способу сепарации и добычи водорода, генерируемого в пласте нефтяных или газовых месторождений. Конверсия углеводородов в водород в пласте месторождения может быть достигнута в результате одной или нескольких химических реакций:

- Конверсия гетерогенного катализа:



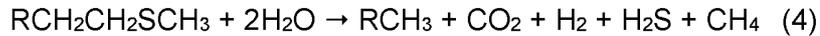
Реакция паровой конверсии или реформирование метана (SMR) является высокоэндотермической. Если продукты реакции SMR составляют три моля водорода и один моль CO, то для более тяжелых углеводородов это соотношение в результате реакции уменьшается:



Реакция замещения водой (WGS) обратимая и умеренно экзотермическая:

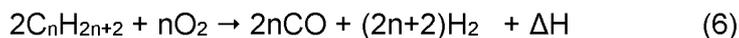


- Реакции акватермолиза тяжелых нефтей:



Различные реакции пиролиза, гидрирования, раскрытия кольца, закрытия кольца и десульфурации участвуют в акватермолизе тяжелой нефти.

- Реакции окисления в случае нагнетания воздуха:



Процесс генерации водорода в области пласта, где присутствует катализатор, требует высокой температуры, при которой происходит образование водорода, выше 500°C, особенно 600°C, например, от 700°C до 900°C. На первой стадии процесса генерации водорода под землей катализатор закачивается в пласт (патенты US 8763697 и Евразийский 021444). Целесообразно распределение катализатора в пласта на возможно большее горизонтальное расстояние, например с использованием горизонтальной, наклонной или вертикальной скважины 1, Рисунок 1. При желании нагнетание может осуществляться на двух или более глубинах, чтобы создать две или более вертикально расположенные реакционные зоны, например, чтобы по мере вертикального распространения реакций в пласте, они достигали бю зон с вновь введенным в пласт катализатором.

Повышение температуры в пласте может быть достигнуто по меньшей мере двумя способами: путем нагнетания перегретого пара или нагнетанием кислорода (например, в воздухе) и иницированием горения углеводородов в пласте. Нагнетание кислорода и / или воды может происходить в тех же зонах, где осуществлялось введение катализатора в скважину 1, Рисунок 1. В вышеупомянутых химических реакциях (1-6) водород в пласте генерируется с образованием нежелательных для окружающей среды «парниковых» газов, окиси углерода и азота (если закачивается воздух), сероводорода (если в нефтяном месторождении содержится сера), которые являются более тяжелыми и намного более растворимыми в воде, чем водород.

Это изобретение представляет собой процесс достижения эффективной сегрегации генерируемого водорода от нежелательных для окружающей среды «парниковых» газов в пласте.

Скважина 2, пробуренная в кровлю антиклинальной структуры месторождения, или в верхнюю сводовую часть тектонически экранированной или литологической ловушки, предназначается на первой стадии процесса для нагнетания воды или воды с растворенным катализатором (или прекурсором для образования катализатора уже в пласте), Рисунок 1. Нагнетательная скважина может быть вертикальной или многоствольной. Закачиваемая в скважину 2 вода гравитационно сегрегирует вниз из-за значительной разницы в плотности между водой и газами, присутствующими в

пласте, и поступает в часть пласта, насыщенную газами, являющимися результатом одной или нескольких реакций конверсии (1-6).

Растворимость H_2 в воде в 100 раз меньше растворимости CO_2 , в 200 раз меньше растворимости H_2S и в 20 раз меньше растворимости CH_4 , CO и N_2 , Рисунок 2.

На второй стадии процесса (Рисунок 3) вода, нагнетаемая в скважину 1 в верхнюю часть пласта, будет гравитационно опускаться вниз, проходя через газовую фазу с водородом и газами, образовавшимися в каталитических и окислительных (в случае закачки воздуха) реакциях (1-6), и остающимся не прореагировавшим метаном (и углеводородными газами в нефтяных месторождениях). Водород, практически нерастворимый в воде (растворимость в пластовых условиях в диапазоне 0,0010-0,0013 г / кг) будет выделяться из жидкой водной фазы, гравитационно сегрегировать и накапливаться в верхней части пласта как показано на Рисунке 3. Во время фильтрации закачанной воды в нижнюю часть пласта, в воде будут растворяться нежелательные для окружающей среды «парниковые» газы, которые гораздо более растворимы в воде, чем водород. Формирующаяся в кровле пласта шапка искусственного газа из сегрегированного водорода будет расширяться и способствовать вытеснению воды с растворенными в ней газами вниз. Скважина 1 переводится в режим мониторинга насыщенности и возможно геотермальной в будущем. На третьей стадии процесса сегрегированный и накопленный водород

может быть добыт из верхней части пласта из водонагнетательной скважины 2 после ее перевода в скважину для добычи водорода,

Рисунок 4.

Данное изобретение сепарации и добычи водорода, генерируемого в пласте, позволяет захоронить «черный углерод» и нежелательные для окружающей среды «парниковые» газы в пласте без их попадания на поверхность Земли и в атмосферу.

**Процесс сепарации и добычи водорода, генерируемого в пласте
нефтяных и газовых месторождений, путем гетерогенной
каталитической конверсии, реакций акватермолиза или окисления**

Формула изобретения

1. Способ сепарации и добычи водорода, полученного из углеводородов в пласте газовых или нефтяных месторождений за счет сегрегации и накопления водорода в пласте, что достигается за счет использования гравитационных сил, разницы в растворимости и плотности газов и жидких фаз.
2. Данный способ сепарации и добычи водорода осуществляют в процессе реализации следующих этапов:
 - введение катализатора в углеводородсодержащую зону в пласте с использованием горизонтальных, наклонных или вертикальных скважин;
 - повышение температуры в указанной зоне пласта до температуры, при которой происходит каталитическая конверсия углеводородов в водород путем нагнетания кислородсодержащего газа в скважину и частичного сжигания углеводородов в пласте или нагнетания перегретого пара в пласт;
 - нагнетание воды или воды с катализатором в вертикальную или

многоствольную скважину в верхней части пласта, с последующей гравитационной сегрегацией и фильтрацией воды или воды с катализатором вниз в зону конверсии водорода;

- растворение в воде и удаление из газовой фазы экологически нежелательных «парниковых» газов, образующихся в каталитических реакциях образования водорода;
- накопление водорода, практически нерастворимого в воде, в верхней сводовой части пласта в искусственной газовой шапке;
- добыча сегрегированного и накопленного водорода из верхней части пласта из скважины, которая ранее была переведена из водонагнетательной в скважину для добычи водорода.

Рисунок 1. Первая стадия процесса: генерация водорода в пласте и нагнетание воды

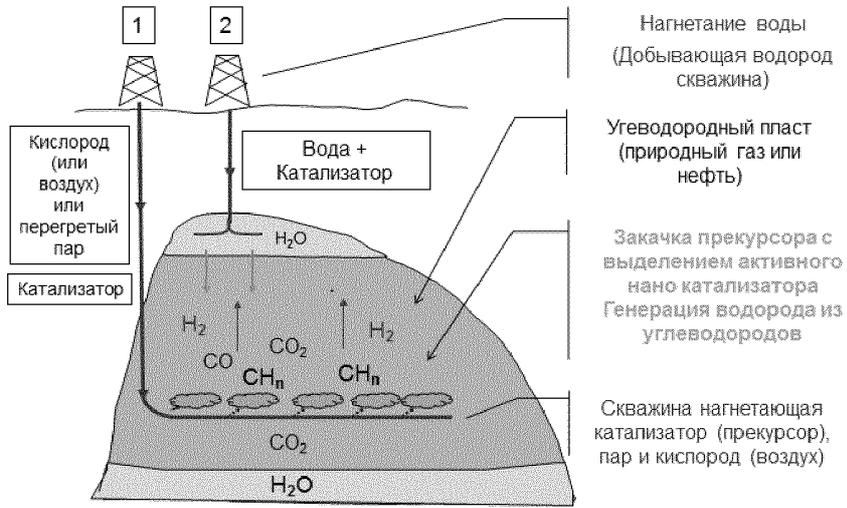


Рисунок 2. Растворимость газов в воде

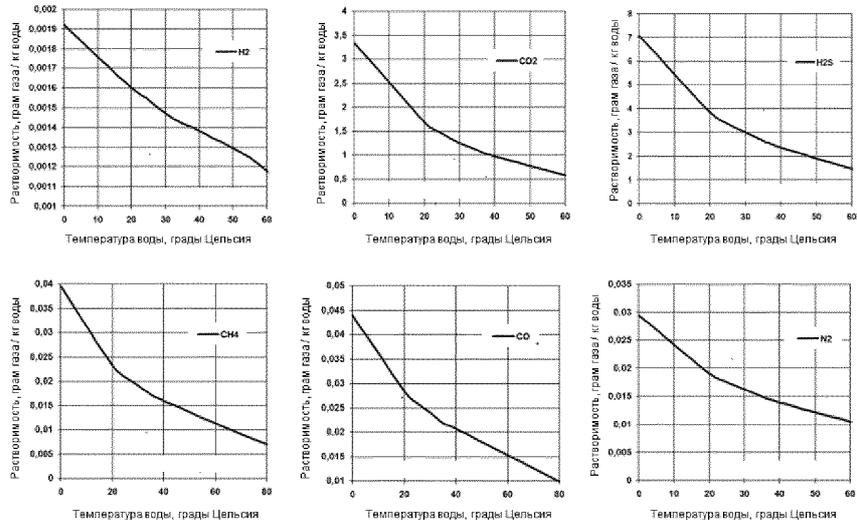


Рисунок 3. Вторая стадия процесса: растворение «парниковых» газов в воде и гравитационная сегрегация водорода и воды

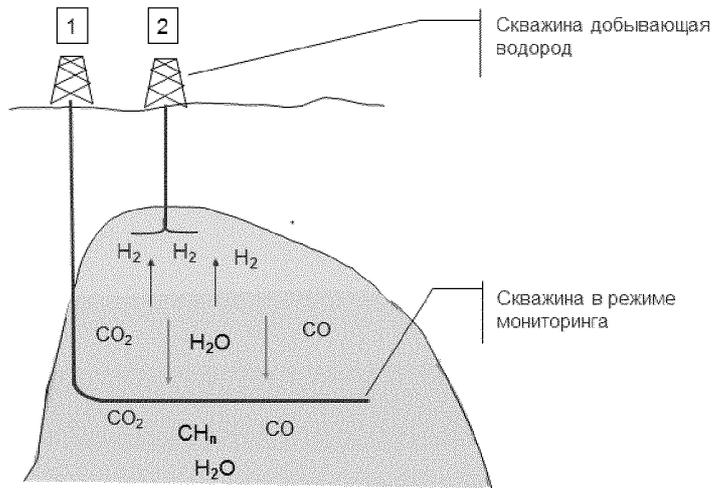
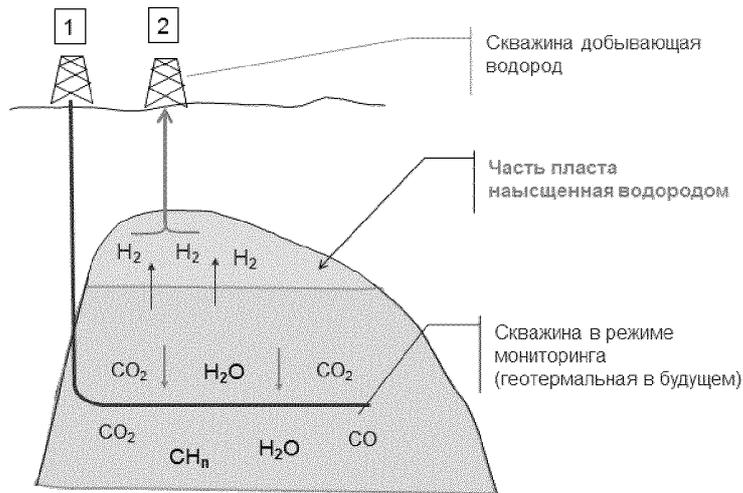


Рисунок 4. Третья стадия процесса: добыча водорода и захоронение в пласте «парниковых» газов растворенных в воде



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

Номер евразийской заявки:

202091470

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

см. дополнительный лист

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)
E21B 43/00, E21C 41/00, C09K 8/00, C10G 47/00, B21J 21/00, B21J 29/00

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
ЕАПАТИС, Esp@cenet, PatSearch, Google Patents, PATENTSCOPE

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	EA 201100319 A1 (ИРИС-ФОРСКНИНГСИНВЕСТ АС) 31.10.2011, описание, стр. 2, абзацы 1-2, стр. 3, абзац 3, стр. 4, абзац 2, стр. 5, абзац 2, стр. 6, абзацы 1-2, стр. 7, абзац 4, стр. 9, абзацы 1-2, формула, пункты 1, 5, 6, фиг.1.	1-2
X	WO 2008/033268 A1 (UNIV CALIFORNIA) 20.03.2008, описание, пар. [0014]-[0020], [0038]-[0041], фиг.2, 4.	1-2
X	US 2003/213594 A1 (SHELL OIL CO) 20.11.2003, описание, пар. [0793]-[0799], фиг.72.	1
A	US 2002036103 A1 (ROUFFINGNAC ERIC PIERRE DE) 28.03.2002, описание, пар. [0003]-[0007], [0020]-[0029], [0046], [0060], [0073]-[0076], [0081]-[0083], [0749]-[0751], фиг.93-95, 121-122.	1-2
A	US 5145003 A (DUERKSEN JOHN H) 08.09.1992, формула.	1-2

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

«P» - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

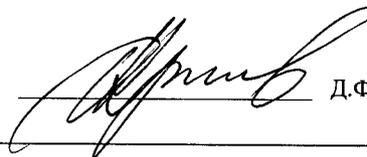
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **24/05/2021**

Уполномоченное лицо:

Заместитель начальника отдела механики,
физики и электротехники

 Д.Ф. Крылов

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(дополнительный лист)

Номер евразийской заявки:

202091470

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ (продолжение графы А)

E21B 43/00 (2006.01)
E21B 43/24 (2006.01)
E21B 43/243 (2006.01)
E21C 41/00 (2006.01)
C09K 8/00 (2006.01)
C10G 47/00 (2006.01)