



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014123158/03, 28.09.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.09.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
21.12.2011 AU 2011905369

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2016 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 20.11.2016 Бюл. № 32

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 4705109 A, 10.11.1987. SU 1335561 A1, 07.09.1987. RU 2360106 C1, 27.06.2009. UA 63200 A, 15.01.2004. FR 2906561 A1, 04.04.2008. WO 2010043034 A1, 22.04.2010.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 21.07.2014

(86) Заявка РСТ:
AU 2012/001185 (28.09.2012)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2013/090975 (27.06.2013)

Адрес для переписки:

191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

**ПЕРКИНС Грег Мартин Перри (AU),
БУРГЕР Каспер Ян Хендрик (AU),
ЧАНДРА Аман Прукаш (AU)**

(73) Патентообладатель(и):

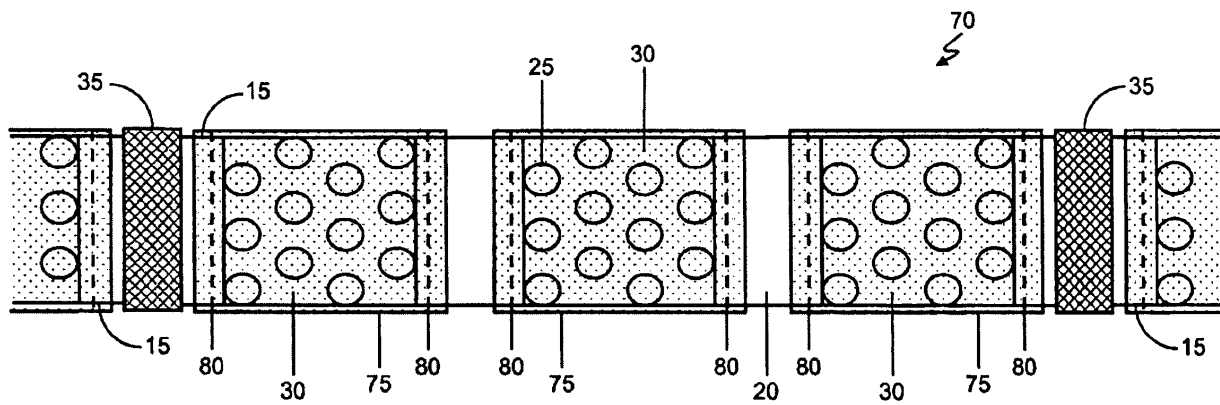
ЛИНК ЭНЕРДЖИ ЛТД (AU)

(54) ОБСАДНОЙ ХВОСТОВИК ДЛЯ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к элементам конструкции и способу для конструирования узла обсадного хвостовика для подземной газификации угля (ПГУ). В частности, раскрывается сегмент обсадного хвостовика с целью применения в конструкции узла обсадного хвостовика для ПГУ для транспортировки получаемого газа в эксплуатационную скважину. Сегмент содержит трубу для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, содержащую расположенные с противоположных сторон открытые концы для соединения одинаковых сегментов обсадного хвостовика и перфорационные отверстия, предусмотренные

между расположенными с противоположных сторон открытыми концами. Перфорационные отверстия сгруппированы друг с другом в одной или нескольких областях по длине трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа с чередованием с секциями трубы, не содержащими перфорационных отверстий. Труба для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа изготовлена из металла и сегмент обсадного хвостовика дополнительно содержит сгораемую оболочку. Технический результат заключается в повышении эффективности оборудования для ПГУ. 2 н. и 3 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 3

RU 2602857 C2

RU 2602857 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

E21B 43/295 (2006.01)*E21B 43/10* (2006.01)*C10J 3/22* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014123158/03, 28.09.2012**(24) Effective date for property rights:
28.09.2012

Priority:

(30) Convention priority:
21.12.2011 AU 2011905369(43) Application published: **10.02.2016** Bull. № 4(45) Date of publication: **20.11.2016** Bull. № 32(85) Commencement of national phase: **21.07.2014**(86) PCT application:
AU 2012/001185 (28.09.2012)(87) PCT publication:
WO 2013/090975 (27.06.2013)

Mail address:

191036, Sankt-Peterburg, a/ja 24, "NEVINPAT"

(72) Inventor(s):

**PERKINS Greg Martin Parry (AU),
BURGER Casper Jan Hendrik (AU),
CHANDRA Aman Prukash (AU)**

(73) Proprietor(s):

LINC ENERGY LTD (AU)(54) **WELL LINER FOR UNDERGROUND COAL GASIFICATION**

(57) Abstract:

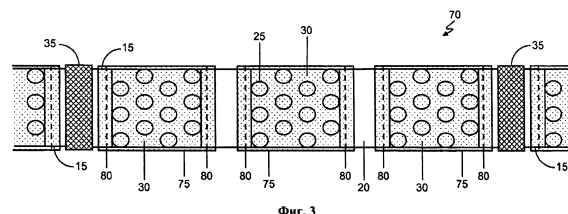
FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to structural elements and a method for constructing the unit of well liner for underground coal gasification (UCG). In particular, disclosed is well liner segment for use in assembly structure of well liner for UCG for transportation of obtained gas to operating well. Segment includes a pipe for transportation of gas obtained as a result of UCG containing arranged on opposite sides open ends for connection of identical segments of well liner and perforation holes provided between the open end at opposite sides. Perforations are grouped with each other in one or several areas on the length of the pipe for transportation of gas obtained

as a result of UCG with alternating with sections of pipe, do not contain perforations. Pipe for transportation of gas obtained as a result of UCG is made of metal and the well liner segment additionally contains a combustible shell.

EFFECT: technical result is improvement of efficiency of UCG equipment.

5 cl, 4 dwg



Фиг. 3

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Настоящее изобретение относится к подземной газификации угля (ПГУ). В частности, раскрывается сегмент обсадного хвостовика, предназначенный для применения в конструкции узла обсадного хвостовика для ПГУ с целью транспортировки получаемого газа к эксплуатационной скважине. Также раскрываются система и способ для добычи получаемого газа путем подземной газификации угля.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Подземная газификация угля представляет собой процесс, при котором получаемый газ добывается из угольного пласта путем нагревания угля на месте в присутствии окислителя (например, воздуха или кислорода). Получаемый газ обычно называется синтетическим газом или синтез-газом и может применяться, например, в качестве исходного материала в разных областях применения, в том числе в производстве чистого топлива, химическом производстве и для генерирования электроэнергии.

[0003] Преобразование угля в получаемый газ происходит в буровой скважине, которая содержит один или несколько стволов скважины, которые пробуривают в угольном пласте и которые находятся в сообщении по текучей среде друг с другом. Обычно та часть буровой скважины, в которую закачивается окислитель для поддержания сгорания, называется нагнетательной скважиной, и та часть буровой скважины, из которой извлекается получаемый газ, называется эксплуатационной скважиной. С целью закачивания окислителя и добычи получаемого газа могут применяться как горизонтальные, так и вертикальные буровые скважины.

[0004] Обычно газификатором угля называется плита угольного пласта. Газификация происходит рядом с зоной сгорания в буровой скважине/газификаторе, и уголь частично окисляется для получения получаемого газа низкой или средней теплотворности. Горячий получаемый газ вытекает из зоны газификации и выходит из-под земли через устье эксплуатационной скважины.

[0005] К некоторым из основных задач ПГУ относятся: предотвращение забивания эксплуатационной скважины в результате разрушения угля, местного скопления воды или проникновения воды; контроль взаимодействия получаемого газа с угольным пластом в зонах скважины, в которых еще не происходило химических реакций (то есть в холодных зонах); повторное воспламенение угольного пласта и предотвращение попадания получаемого газа в окружающую среду.

СУТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0006] Целью настоящего изобретения является минимизация или преодоление одной или нескольких трудностей, известных из уровня техники.

[0007] В одном аспекте изобретения представлен сегмент обсадного хвостовика с целью применения в конструкции узла обсадного хвостовика для подземной газификации угля, при этом сегмент содержит трубу для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, содержащую расположенные с противоположных сторон открытые концы для соединения одинаковых сегментов обсадного хвостовика и перфорационные отверстия, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами.

[0008] В одном варианте осуществления перфорационные отверстия сгруппированы друг с другом в одной или нескольких областях по длине трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа с чередованием с секциями трубы, не содержащими перфорационных отверстий.

[0009] В другом варианте осуществления сегмент обсадного хвостовика

дополнительно содержит оболочку. Соответственно, оболочка изготовлена из сгораемого материала или из материала с низкой температурой плавления и закрывает по меньшей мере несколько перфорационных отверстий в трубе для транспортировки получаемого в результате ЛГУ газа.

5 [0010] В другом аспекте изобретения представлен узел обсадного хвостовика для подземной газификации угля, содержащий два или более сегментов обсадного хвостовика, как указывается далее в данном документе, соединенных друг с другом.

[0011] В еще одном аспекте изобретения представлен способ для подземной газификации угля в угольном пласте, в котором выполнена нагнетательная скважина, эксплуатационная скважина и внутрипластовый канал, соединяющий нагнетательную скважину с эксплуатационной скважиной, включающий этапы: а) проведения по меньшей мере одного узла обсадного хвостовика, как определено в данном документе, в угольном пласте между нагнетательной скважиной и эксплуатационной скважиной; б) воспламенения угольного пласта посредством приспособления для воспламенения, расположенного в узле обсадного хвостовика, с) закачки окислителя в связывающий канал для поддержания сгорания угольного пласта; и d) извлечение получаемого газа из эксплуатационной скважины.

[0012] В одном варианте осуществления в угольном пласте дополнительно выполнена одна или несколько вспомогательных скважин. Вспомогательные скважины обычно являются вертикальными скважинами, расположенными между нагнетательной и эксплуатационной скважинами, и могут применяться в качестве скважин для воспламенения и/или вспомогательных нагнетательных/эксплуатационных скважин.

[0013] В еще одном варианте осуществления изобретения представлена система для добычи получаемого газа путем ПГУ, содержащая: а) подземный угольный пласт, б) по меньшей мере одну нагнетательную скважину; с) по меньшей мере одну эксплуатационную скважину; d) внутрипластовый канал, соединяющий нагнетательную скважину и эксплуатационную скважину; и e) узел обсадного хвостовика, содержащий два или более сегментов обсадного хвостовика, как указывается далее в данном документе, соединенных друг с другом.

30 [0014] В другом аспекте изобретения представлен узел обсадного хвостовика для подземной газификации угля, содержащий два или более сегментов обсадного хвостовика, соединенных друг с другом, при этом каждый сегмент обсадного хвостовика содержит: а) трубу для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, содержащую расположенные с противоположных сторон открытые концы для соединения одинаковых сегментов обсадного хвостовика и перфорационные отверстия, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами, и б) оболочку.

[0015] В одном варианте осуществления перфорационные отверстия сгруппированы друг с другом в одной или нескольких областях по длине трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа с чередованием с секциями трубы, не содержащими перфорационных отверстий.

[0016] С целью обеспечения возможности более легкого понимания и внедрения в практику настоящего изобретения далее приводится описание одного или нескольких предпочтительных вариантов осуществления, представленных исключительно в качестве примеров, со ссылкой на сопроводительные фигуры.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[0017] Фиг. 1 представляет собой вид в разрезе узла обсадного хвостовика (в том числе сегмента обсадного хвостовика) согласно варианту осуществления настоящего

изобретения.

[0018] Фиг. 2 представляет собой вид в разрезе альтернативного узла обсадного хвостовика (в том числе альтернативного сегмента обсадного хвостовика) согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения.

5 [0019] Фиг. 3 представляет собой вид в разрезе узла обсадного хвостовика (в том числе сегмента обсадного хвостовика), содержащего оболочку, согласно еще одному варианту осуществления настоящего изобретения.

[0020] Фиг. 4 представляет собой вид в боковом разрезе системы для добычи получаемого газа путем ПГУ согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения.

ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

[0021] Настоящее изобретение относится к подземной газификации угля.

[0022] По всему этому описанию, если только контекст не требует иного, слова "содержать", "содержит" и "содержащий" следует понимать как означающие включение 15 определенного элемента, группы элементов, этапа или этапов, но не исключение любого другого элемента, группы элементов, этапа или этапов.

[0023] В одном аспекте изобретения представлен сегмент обсадного хвостовика для применения в конструкции узла обсадного хвостовика для подземной газификации угля, при этом сегмент содержит трубу для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, содержащую расположенные с противоположных сторон открытые концы 20 для соединения одинаковых сегментов обсадного хвостовика и перфорационные отверстия, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами.

[0024] Труба для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа может быть 25 выполнена любых подходящих размеров, формы и конструкции и может быть изготовлена из любого подходящего материала или материалов. Труба может быть изготовлена определенной формы и размеров, чтобы подходить для конкретного применения. Предпочтительно, труба выполнена круглого поперечного сечения для обеспечения кольцевого канала, хотя также возможны другие формы поперечного сечения, что будет понятно специалисту в данной области техники.

[0025] Труба для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа может быть 30 выполнена любой подходящей длины, порой составляющей несколько метров и десятки метров. Следовательно, сегменты обсадного хвостовика могут быть соединены друг с другом для образования узла обсадного хвостовика с длиной в несколько десятков 35 метров, сотен метров длиной или даже в несколько километров в зависимости от длины ствола скважины. Каждая труба для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа может быть, например, примерно 1-12 метров длиной, в том числе примерно 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 или 9 метров длиной. Длина каждой трубы предпочтительно составляет примерно 5-7 метров, более предпочтительно примерно 6 метров.

40 [0026] Сегменты обсадного хвостовика могут быть соединены друг с другом любым подходящим способом для образования узла обсадного хвостовика. Например, на расположенных с противоположных сторон открытых концах каждой трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа может быть выполнена резьба, а узел обсадного хвостовика может содержать одно или несколько колец с внутренней 45 резьбой для соединения концов расположенных рядом сегментов обсадного хвостовика друг с другом. В качестве альтернативы для образования узла обсадного хвостовика расположенные рядом сегменты обсадного хвостовика могут быть соединены друг с другом сваркой.

[0027] Труба для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа может иметь наружный диаметр (или ширину), подходящий для ствола скважины, в который она вставляется. Обычно наружный диаметр трубы составляет от примерно 5 до 10 дюймов, более предпочтительно от примерно 5 до 8 дюймов и даже более предпочтительно от

примерно 5,5 до 7 дюймов.

[0028] Сегменты обсадного хвостовика предпочтительно являются стойкими к химическому воздействию продуктов газификации угля и пиролиза (например, серы), равно как и к воздействию самого синтез-газа (в том числе CO, H₂, CO₂ и H₂O), который может обладать окисляющим действием.

[0029] Труба для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа может быть изготовлена из любого подходящего материала, в том числе, например, из металла (включая сталь, такую как углеродистая сталь, и алюминий), стекловолокна, углеродного волокна, пластмассы и их сочетания.

[0030] Перфорационные отверстия, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, могут характеризоваться любыми подходящими размерами, формой и расположением, необходимыми для сокращения числа технических и эксплуатационных задач, связанных с полностью закрытым узлом обсадного хвостовика. Например, перфорационные отверстия делают возможным воспламенение угольного пласта изнутри ствола скважины с применением приспособления для воспламенения, расположенного в узле обсадного хвостовика для воспламенения окружающего угольного пласта. Вдобавок перфорационные отверстия делают возможным восстановление потока добытого газа, если один конец узла обсадного хвостовика закупорен по какой-либо причине. Кроме того, перфорационные отверстия делают возможной в определенных пределах десорбцию метана в содержащих газ угольных пластах, что может увеличить теплотворную способность получаемого газа.

[0031] Перфорационные отверстия находятся предпочтительно в периодической симметрии как в окружном, так и в осевом направлении. Перфорационные отверстия могут быть выполнены в виде отверстий круглой или другой формы (например, шестиугольными или восьмиугольными) или в виде прорезей. Перфорационные отверстия могут быть, например, круглыми с диаметром примерно от 10 мм до 25 мм, в том числе примерно 12 мм, 15 мм, 18 мм, 20 мм или 23 мм. Перфорационные отверстия могут быть расположены, например, в виде прямоугольной или ромбовидной сетки, или и так, и так. Предпочтительно, перфорационные отверстия расположены в шахматном порядке (с группировкой ромбом), поскольку это обеспечивает наибольшую прочность конструкции сегмента обсадного хвостовика (и узла).

[0032] От примерно 10% до примерно 60% площади поверхности трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа могут находиться в открытой конфигурации (то есть перфорированы) при условии, что прочность конструкции сегмента обсадного хвостовика (и узла) соответствует эксплуатационным требованиям к работе в пласте. Несмотря на то что перфорационные отверстия могут занимать примерно 10%, примерно 15%, примерно 20%, примерно 25%, примерно 30%, примерно 35%, примерно 40%, примерно 45%, примерно 50%, примерно 55% или примерно 60% площади поверхности трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, оптимальным вариантом является от примерно 10% до примерно 50%, поскольку сегментом обсадного хвостовика (и узлом) сохраняется удовлетворительная прочность конструкции.

[0033] Перфорационные отверстия в трубе для транспортировки получаемого в

результате ПГУ газа могут быть выполнены любым подходящим способом, в том числе, например, лазерным резанием, механическим сверлением и гидроструйным резанием.

[0034] Предпочтительно, перфорационные отверстия сгруппированы друг с другом в одной или нескольких областях по длине сегмента/узла обсадного хвостовика с чередованием с секциями, не содержащими перфорационных отверстий.

[0035] В одном варианте осуществления сегмент/узел обсадного хвостовика возле нагнетательной скважины оптимально содержит трубу для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, изготовленную из углеродистой стали K55, с наружным диаметром примерно 5,5 дюйма, толщиной стенок примерно 0,275 дюйма, номинальным внутренним диаметром примерно 4,95 дюйма и примерно 20-40% ее площади поверхности в открытой конфигурации (то есть перфорирована).

[0036] В другом варианте осуществления сегмент/узел обсадного хвостовика возле эксплуатационной скважины оптимально содержит трубу для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, изготовленную из углеродистой стали L80, с наружным диаметром примерно 7 дюймов, толщиной стенок примерно 0,317 дюйма, номинальным внутренним диаметром примерно 6,366 дюйма, и примерно 20-40% ее площади поверхности в открытой конфигурации (то есть перфорирована).

[0037] Сегмент обсадного хвостовика может дополнительно содержать оболочку, спроектированную для закрытия нескольких или всех перфорационных отверстий, предусмотренных между расположенными с противоположных сторон открытыми концами трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа. Например, оболочка может применяться для закрытия перфорационных отверстий, которые сгруппированы друг с другом в одной или нескольких областях по длине трубы, при этом промежуточные секции трубы, не содержащие перфорационных отверстий, остаются незакрытыми.

[0038] Специалисту в данной области техники будет понятно, что оболочка может препятствовать попаданию воды и обломков породы в узел обсадного хвостовика, предотвращать попадание закаченного окислителя из узла, если тот не закрыт, в зону/полость активной газификации и служить в качестве приспособления для ускорения реакции во время воспламенения угольного пласта.

[0039] Оболочка может быть выполнена любых подходящих размеров, формы и конструкции, которые требуются для сегмента обсадного хвостовика, и может быть изготовлена из любого подходящего материала или материалов, в том числе из, например, металла (включая сталь, такую как углеродистая сталь, и алюминий), стекловолокна, углеродного волокна, пластмассы и их сочетания. Оболочка может быть от примерно 0,8 метра до примерно 1,5 метра длиной и примерно 1 мм до примерно 20 мм толщиной, в том числе примерно 2 мм, примерно 5 мм, примерно 10 мм или примерно 15 мм толщиной.

[0040] Оболочка может быть, например, мембраной, листом или пленкой, которая по меньшей мере один раз охватывает сегмент обсадного хвостовика по наружному диаметру или внутреннему диаметру и закрывает несколько или все перфорационные отверстия, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа.

[0041] В одном варианте осуществления сегмент обсадного хвостовика содержит трубу для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, изготовленную из металла, и сгораемую оболочку, предназначенную для закрытия нескольких или всех перфорационных отверстий, предусмотренных между расположенными с

противоположных сторон открытыми концами трубы. Такая оболочка может быть изготовлена из любого подходящего сгораемого материала, в том числе из пластмассы или стекловолокна, и действует в качестве приспособления для ускорения реакции во время воспламенения угольного пласта.

5 [0042] Предпочтительно, сгораемая оболочка изготовлена из полиэтилена высокой плотности (HDPE). Толщина оболочки из HDPE может составлять примерно мм.

[0043] В другом варианте осуществления оболочка изготовлена из материала с низкой температурой плавления, чтобы она быстро распадалась после начала процесса воспламенения в угольном пласте. Например, оболочка может быть изготовлена из
10 алюминия.

[0044] Оболочка может быть прикреплена к или связана с трубой для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа любым подходящим способом. Например, для прикрепления оболочки к трубе могут применяться крепежные элементы, такие как винты, кольцевые зажимы или скобы (в том числе скобы из нержавеющей
15 стали). Вдобавок оболочка может быть прикреплена к трубе сваркой или объединена с ней (например, расположена между слоями в двухслойном сегменте обсадного хвостовика).

[0045] В качестве альтернативы, если оболочка изготовлена из пластмассы, она может быть выполнена при помощи горячей прокатки по наружному диаметру или
20 внутреннему диаметру вокруг участка трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, в частности, связанного с несколькими или всеми перфорационными отверстиями, предусмотренными между расположенными с противоположных сторон открытыми концами трубы (то есть оболочка закрывает перфорационные отверстия).

25 [0046] Сегмент обсадного хвостовика может содержать соответствующие контрольно-измерительные приборы, такие как один или несколько датчиков для отслеживания и уведомления об условиях в узле обсадного хвостовика, стволе скважины и/или в окружающем угольном пласте. Может применяться любой подходящий тип датчика. Например, датчик может быть термопарой для измерения температуры, газовым
30 датчиком для отслеживания характера получаемого газа, датчиком давления для измерения давления, оптическим датчиком для визуального наблюдения за узлом обсадного хвостовика и/или стволом скважины или датчиком положения для уведомления о положении сегмента/узла обсадного хвостовика в стволе скважины или о положении одного или нескольких приборов в обсаженном стволе скважины.

35 [0047] Соответствующие контрольно-измерительные приборы могут быть подключены к сегменту обсадного хвостовика любым подходящим способом. Например, перфорационные отверстия в трубе для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа могут применяться в соединении соответствующих контрольно-измерительных приборов.

40 [0048] В одном варианте осуществления узел обсадного хвостовика содержит ряд термопар, подключенных к сегменту обсадного хвостовика или оболочке (или встроенных в сегмент обсадного хвостовика или оболочку) для сбора информации о температуре с узла обсадного хвостовика в нескольких точках (в частности во время эксплуатации газификатора). Эта информация о температуре может указывать на
45 эффективность процесса подземной газификации и может применяться для управления эксплуатационными параметрами газификатора.

[0049] Узел обсадного хвостовика может дополнительно содержать противопожарный материал, соединенный с одним или несколькими сегментами обсадного хвостовика или

образующий часть узла обсадного хвостовика (например, сегмент обсадного хвостовика, выполненный из противопожарного материала). В качестве примеров противопожарного материала выступают без ограничений нержавеющая сталь и семейства сплавов с хорошими свойствами Inconel® (преимущественно хромоникелевые сплавы), Monel® (преимущественно никелемедные сплавы), а также Hastelloy® (преимущественно содержащие никель сплавы).

[0050] Противопожарный материал и/или сегмент обсадного хвостовика, выполненный из противопожарного материала, может быть расположен рядом с дном нагнетательной скважины. Узел обсадного хвостовика может содержать противопожарный материал, соединенный с узлом обсадного хвостовика в одном или нескольких местах по его длине. В качестве альтернативы узел обсадного хвостовика может содержать один или несколько сегментов обсадного хвостовика, выполненных из противопожарного материала, распределенного по длине узла обсадного хвостовика.

[0051] В другом аспекте изобретения представлен узел обсадного хвостовика для подземной газификации угля, содержащий два или более сегментов обсадного хвостовика, как указывается далее в данном документе, соединенных друг с другом.

[0052] Предпочтительно, узел обсадного хвостовика является достаточно прочным, чтобы его можно было вставить в ствол скважины (то есть, чтобы он проходил в угольном пласте между нагнетательной скважиной и эксплуатационной скважиной) посредством общепринятого оборудования для буровых работ, что будет хорошо известно специалисту в данной области техники.

[0053] Предпочтительно, узел обсадного хвостовика проходит рядом от дна нагнетательной скважины и к дну или забою эксплуатационной скважины.

[0054] Предпочтительно, труба для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа каждого сегмента узла обсадного хвостовика является достаточно большой, чтобы принимать и нести приспособление для воспламенения по своей длине для применения в газификаторе по схеме контролируемой отводимой точки нагнетания (CRIP).

[0055] В еще одном аспекте изобретения предусмотрен способ подземной газификации угля в угольном пласте, в котором выполнена нагнетательная скважина, эксплуатационная скважина и внутрипластовый канал, соединяющий нагнетательную скважину и эксплуатационную скважину, включающий этапы: а) проведения по меньшей мере одного узла обсадного хвостовика, как определено в данном документе, в угольном пласте между нагнетательной скважиной и эксплуатационной скважиной; б) воспламенения угольного пласта посредством приспособления для воспламенения, расположенного в узле обсадного хвостовика; с) закачки окислителя в связывающем канале для поддержания сгорания угольного пласта; и d) извлечения получаемого газа из эксплуатационной скважины.

[0056] В одном варианте осуществления в угольном пласте дополнительно выполнена одна или несколько вспомогательных скважин.

[0057] Специалисту в данной области техники будет понятно, что этап воспламенения угольного пласта предпочтительно включает применение приспособления для воспламенения, при этом приспособление для воспламенения, содержащее средство воспламенения, вставляют в угольный пласт посредством нагнетательной скважины, вспомогательной скважины и/или эксплуатационной скважины. После того как приспособление для воспламенения было введено в угольный пласт, его применяют для воспламенения угольного пласта и образования зоны сгорания. Приспособление для воспламенения может быть выполнено с возможностью расположения и отведения, чтобы воспламенение (в том числе повторное воспламенение) угольного пласта и

формирование зон сгорания могли осуществляться последовательно. Предпочтительным способом является применение схемы CRIP.

[0058] Расположение приспособления для воспламенения может осуществляться посредством гибких труб, присоединенных к приспособлению для воспламенения и
5 продолжаемых в обсаженном стволе скважины для расположения приспособления для воспламенения в необходимом месте внутри ствола скважины.

[0059] Приспособление для воспламенения может воспламенять угольный пласт любым подходящим способом. Например, если узел обсадного хвостовика, вставленный в ствол скважины, изготовлен из сгораемого материала, приспособление для
10 воспламенения может опосредованно воспламенять угольный пласт путем воспламенения в первую очередь сгораемого хвостовика.

[0060] Если узел обсадного хвостовика, вставленный в ствол скважины, содержит одну или несколько перфорационных секций, приспособление для воспламенения может непосредственно воспламенять угольный пласт в любой из перфорационных секций.

[0061] В качестве альтернативы, если узел обсадного хвостовика, вставленный в ствол скважины, содержит одну или несколько перфорационных секций и соответствующую сгораемую оболочку, предназначенную для закрытия нескольких или всех перфорационных отверстий, приспособление для воспламенения может
15 опосредованно воспламенять угольный пласт путем воспламенения в первую очередь сгораемой оболочки.

[0062] В одном варианте осуществления средство воспламенения содержит приспособление для создания электрической искры (например, запальную свечу) и источник питания для создания искры. Источник питания может быть размещен на поверхности или питание устройства для создания искры может осуществляться
20 посредством турбины внутри пласта и трансформатора, электрически соединенного с устройством для создания искры.

[0063] В другом варианте осуществления средство воспламенения содержит электрический терморезистор (например, свечу накаливания) и источник питания для снабжения электричеством резистора. Резистор может, например, вырабатывать
30 примерно 180 кВт тепла. Источник питания может быть расположен на поверхности или питание электрического терморезистора может осуществляться посредством турбины внутри пласта и трансформатора, электрически соединенного с резистором.

[0064] В еще одном варианте осуществления средство воспламенения содержит по меньшей мере один тип реагента для воспламенения. Реагент для воспламенения может
35 быть пирофорным веществом (например, жидкостью, такой как триэтилбор (ТЭБ); газом, таким как силан; твердым веществом, таким как фосфор или щелочной металл); смесью пирофорного вещества и углеводорода, такой как ТЭБ, выпаренный в метане; или смесью пирофорного вещества и инертного газа, такой как ТЭБ и азот. Поток углеводорода или инертного газа может содействовать транспортировке/выпариванию
40 пирофорного вещества для приспособления для воспламенения.

[0065] После того как угольный пласт был воспламенен (или повторно воспламенен), приспособление для воспламенения отводится на безопасное расстояние в стволе скважины и для обеспечения/поддержания сгорания угольного пласта через нагнетательную скважину в ствол скважины закачивается окислитель. В качестве
45 альтернативы приспособление для воспламенения может извлекаться из ствола скважины с последующим успешным воспламенением (или повторным воспламенением) угольного пласта.

[0066] Окислитель предпочтительно является газом, таким как воздух

(приблизительно 20% кислорода), обогащенный кислородом воздух (более чем 20% кислорода), или смесь газ/газ (например, углекислый газ и/или азот в любом необходимом соотношении), обогащенная кислородом (более чем 20% кислорода), или по существу чистый кислород. Источник окислителя может содержать, например, воздушный компрессор, бак/цилиндр со сжатым воздухом или кислородом, блок разделения воздуха или бак/цилиндр со сжиженным кислородом.

[0067] В еще одном варианте осуществления в изобретении представлена система для добычи получаемого газа путем ПГУ, содержащая: а) подземный угольный пласт; б) по меньшей мере одну нагнетательную скважину; с) по меньшей мере одну эксплуатационную скважину; d) внутрипластовый канал, соединяющий нагнетательную скважину и эксплуатационную скважину; и е) узел обсадного хвостовика, содержащий два или более сегментов обсадного хвостовика, как указывается далее в данном документе, соединенных друг с другом.

[0068] В другом аспекте изобретения представлен узел обсадного хвостовика для подземной газификации угля, содержащий два или более сегментов обсадного хвостовика, соединенных друг с другом, при этом каждый сегмент обсадного хвостовика содержит: а) трубу для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, содержащую расположенные с противоположных сторон открытые концы для соединения одинаковых сегментов обсадного хвостовика, и перфорационные отверстия, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами; и б) оболочку.

[0069] В одном варианте осуществления перфорационные отверстия сгруппированы друг с другом в одной или нескольких областях по длине трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, чередуясь с секциями трубы, не содержащими перфорационных отверстий.

[0070] На фигурах одинаковые ссылочные позиции относятся к одинаковым элементам.

[0071] На фиг.1 в общем представлен узел 10 обсадного хвостовика (в том числе сегмент 15 обсадного хвостовика) согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Соответственно, узел 10 обсадного хвостовика расположен рядом с нагнетательной скважиной газификатора для ПГУ.

[0072] Каждый сегмент 15 обсадного хвостовика узла 10 обсадного хвостовика содержит трубу 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, содержащую расположенные с противоположных сторон открытые концы для соединения одинаковых сегментов 15 обсадного хвостовика. Труба 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа способна сохранять целостность конструкции внутри подземного угольного пласта и транспортировать получаемый в результате ПГУ газ в эксплуатационную скважину. В каждой трубе 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа выполнены перфорационные отверстия 25, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами.

[0073] Труба 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа изготовлена из углеродистой стали K55, имеет наружный диаметр примерно 5,5 дюйма, толщину стенок примерно 0,275 дюйма, номинальный внутренний диаметр примерно 4,95 дюйма и длину от 6,10 до 6,30 метров. Температура плавления трубы 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа составляет от примерно 1450°C до 1500°C.

[0074] Перфорационные отверстия 25, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами трубы 20 для транспортировки

получаемого в результате ПГУ газа, являются отверстиями 25 мм, образованными путем лазерного резания. Перфорационные отверстия 25 находятся в периодической симметрии как в окружном, так и в осевом направлениях на трубе 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа и расположены в шахматном порядке, поскольку это обеспечивает наибольшую прочность конструкции трубы 20. Перфорационные отверстия 25 составляют приблизительно от 20% до 40% площади поверхности трубы 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа. Перфорационные отверстия 25 сгруппированы друг с другом в секциях 30 по длине трубы 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа.

[0075] Каждый конец трубы 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа снабжен внешней резьбой, а узел 10 обсадного хвостовика содержит кольца 35 с внутренней резьбой для соединения концов труб 20 друг с другом.

[0076] На фиг.2 в общем представлен альтернативный узел 50 обсадного хвостовика (в том числе альтернативный сегмент 55 обсадного хвостовика) согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Соответственно, узел 50 обсадного хвостовика расположен рядом с эксплуатационной скважиной в газификаторе для ПГУ.

[0077] Каждый сегмент 55 обсадного хвостовика узла 50 обсадного хвостовика содержит трубу 60 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, содержащую расположенные с противоположных сторон открытые концы для соединения одинаковых сегментов 55 обсадного хвостовика. Труба 60 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа способна сохранять целостность конструкции внутри подземного угольного пласта и транспортировать получаемый в результате ПГУ газ в эксплуатационную скважину. В каждой трубе 60 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа выполнены перфорационные отверстия 65, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами.

[0078] Труба 60 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа изготовлена из углеродистой стали L80, имеет наружный диаметр примерно 7,0 дюймов, толщину стенок примерно 0,317 дюйма, номинальный внутренний диаметр примерно 6,366 дюймов и длину от 5,80 до 6,0 метров. Температура плавления трубы 60 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа составляет от примерно 1450°C до 1500°C.

[0079] Перфорационные отверстия 65, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами трубы 60 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, являются отверстиями 13 мм, образованными путем лазерного резания. Перфорационные отверстия 65 находятся в периодической симметрии как в окружном, так и в осевом направлении на трубе 60 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа и расположены в шахматном порядке, поскольку это обеспечивает наибольшую прочность конструкции трубы 60. Перфорационные отверстия 65 составляют приблизительно 10% площади поверхности трубы 60 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа.

[0080] Каждый конец трубы 60 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа снабжен внешней резьбой, а узел 50 обсадного хвостовика содержит кольца 35 с внутренней резьбой для соединения концов труб 60 друг с другом.

[0081] Перфорационные отверстия 65 в трубе 60 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа делают возможным восстановление потока добытого газа, если один конец трубы 60 закупорен по какой-либо причине. Кроме того, перфорационные отверстия 65 делают возможной в определенных пределах десорбцию метана в

содержащих газ угольных пластах, что может увеличить теплотворную способность получаемого в результате ПГУ газа.

[0082] На фиг.3 в общем представлен узел 70 обсадного хвостовика (в том числе сегмент 15 обсадного хвостовика) согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Соответственно, узел 70 обсадного хвостовика расположен рядом с нагнетательной скважиной в газификаторе для ПГУ.

[0083] Каждый сегмент 15 обсадного хвостовика узла 70 обсадного хвостовика содержит трубу 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, содержащую расположенные с противоположных сторон открытые концы для соединения одинаковых сегментов 15 обсадного хвостовика и оболочку 75.

[0084] Оболочка 75 изготовлена из полиэтилена высокой плотности, теплосодержание которого составляет примерно 44 МДж/кг, а температура горения - примерно 280°C. Оболочка 75 из HDPE формируется горячей прокаткой в цилиндр примерно 10 мм толщиной, примерно 1,10 метра длиной и крепится на место вокруг трубы 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа (закрывая перфорационные отверстия 25) посредством скоб из нержавеющей стали 80 (показаны только несколько из них). Скобы из нержавеющей стали 80 препятствуют смещению оболочки 75, когда узел 70 обсадного хвостовика вставляется через скважину в угольный пласт. К каждой трубе 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа крепятся скобами три оболочки 75 из HDPE.

[0085] Оболочка 75 препятствует попаданию воды и обломков породы в трубу 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа и служит в качестве приспособления для ускорения реакции во время воспламенения угольного пласта.

[0086] На фиг.4 в общем представлена система 90 для добычи получаемого газа путем ПГУ, согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

[0087] Угольный пласт 95 расположен под наносами 100 и содержит нагнетательную скважину 110 и эксплуатационную скважину 115. Через угольный пласт 95 проходит ствол скважины/внутрипластовой связывающий канал 120, соединяющий нагнетательную скважину 110 и эксплуатационную скважину 115. Рядом с дном 125 нагнетательной скважины 110 от противопожарного сегмента (не показан) проходит узел 70 обсадного хвостовика, тогда как рядом с дном 130 эксплуатационной скважины 115 проходит узел 50 обсадного хвостовика. Узлы 50 и 70 обсадного хвостовика соединены друг с другом для образования непрерывного узла обсадного хвостовика.

[0088] В ходе применения узлы 50 и 70 обсадного хвостовика посредством скважины размещены в стволе 120 скважины, имеющем диаметр примерно 8,75 дюйма. Труба 20 для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа выполнена определенных размеров для размещения убираемого приспособления для воспламенения (например, приспособления для воспламенения, которое содержит средство воспламенения, расположенное в конце гибких труб). Приспособление для воспламенения обеспечивает источник тепла для сгорания/распада оболочки 75 и воспламенения угольного пласта 95 перед отведением к нагнетательной скважине 110 (где его можно использовать для воспламенения другой части угольного пласта 95). Термодатчики узла 70 обсадного хвостовика отслеживают температуру в скважине, и после воспламенения угольного пласта 95 через устье 135 скважины нагнетательной скважины 110 в ствол 120 скважины закачивается окислитель.

[0089] Узел 70 обсадного хвостовика рядом с нагнетательной скважиной 110 обеспечивает, чтобы проход для закачивания окислителя оставался открытым и незасоренным, а также обеспечивает, чтобы угольный пласт можно было воспламенить/

повторно воспламенить.

[0090] Узлы 70 и 50 обсадного хвостовика не допускают полной закупорки горизонтального ствола 120 скважины во время разрушения угля и обеспечивают свободный проход для потока окислителя по длине узлов 70 и 50 обсадного хвостовика. Оболочки 75 узла 70 обсадного хвостовика рядом с зоной газификации просто сгорают благодаря перфорационным отверстиям 25, так как эти перфорационные отверстия 25 обеспечивают возможность беспрепятственного повторного воспламенения.

[0091] Газификация происходит в зоне газификации рядом с зоной сгорания скважины/газификатора, и горячий получаемый газ течет из зоны газификации и выходит на поверхность через устье 140 эксплуатационной скважины 115.

[0092] Узел 50 обсадного хвостовика рядом с эксплуатационной скважиной 115 обеспечивает, чтобы проход к эксплуатационной скважине 115 для получаемого газа оставался открытым и незасоренным.

[0093] Таким образом, узел обсадного хвостовика согласно настоящему изобретению сводит к минимуму или преодолевает одну или несколько проблем, присущих ПГУ.

[0094] Целью всего описания было раскрытие предпочтительных вариантов осуществления изобретения, не ограничивая изобретение любым вариантом осуществления или конкретным набором признаков. Поэтому специалистам в данной области техники будет понятно, что в свете данного раскрытия в конкретные варианты осуществления, представленные в качестве примеров, могут быть внесены различные модификации и изменения без отклонения от объема настоящего изобретения.

Формула изобретения

1. Сегмент обсадного хвостовика для применения в конструкции узла обсадного хвостовика для подземной газификации угля (ПГУ), при этом сегмент содержит трубу для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа, содержащую расположенные с противоположных сторон открытые концы для соединения одинаковых сегментов обсадного хвостовика и перфорационные отверстия, предусмотренные между расположенными с противоположных сторон открытыми концами, отличающийся тем, что перфорационные отверстия сгруппированы друг с другом в одной или нескольких областях по длине трубы для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа с чередованием с секциями трубы, не содержащими перфорационных отверстий, и тем, что труба для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа изготовлена из металла и сегмент обсадного хвостовика дополнительно содержит сгораемую оболочку.

2. Сегмент обсадного хвостовика по п.1, отличающийся тем, что труба для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа изготовлена из алюминия.

3. Сегмент обсадного хвостовика по п.1, отличающийся тем, что сгораемая оболочка изготовлена из полиэтилена высокой плотности.

4. Сегмент обсадного хвостовика по п.1 или 3, отличающийся тем, что сгораемая оболочка закрывает по меньшей мере несколько перфорационных отверстий в трубе для транспортировки получаемого в результате ПГУ газа.

5. Узел обсадного хвостовика для подземной газификации угля, содержащий два или более сегментов обсадного хвостовика по любому из пп.1-4, соединенных друг с другом.

