(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202291366 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.02.20

(22) Дата подачи заявки
2020.10.30

(51) Int. Cl. ***E21B 43/28*** (2006.01)
E21B 43/29 (2006.01)
E21B 43/30 (2006.01)

(54) СПОСОБЫ И КОНФИГУРАЦИИ ДЛЯ ДОБЫЧИ ПОДЗЕМНЫХ РЕСУРСОВ

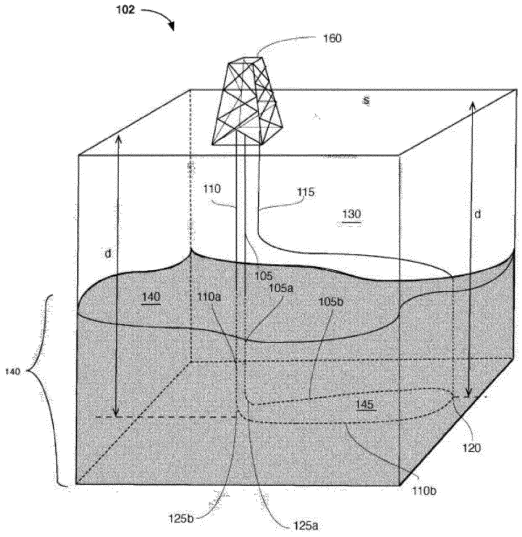
(31) **62/929,705**
(32) **2019.11.01**
(33) **US**
(86) **PCT/CA2020/051477**
(87) **WO 2021/081667 2021.05.06**

(71) Заявитель:
102062448 САСКАТЧЕВАН ЛТД (CA)

(72) Изобретатель:
Феттис Брэдли В.А., Лармур Дональд Джозеф, Гендзвилл Дон Джон (CA)

(74) Представитель:
Суюндуков М.Ж. (KZ)

(57) Представлены способы и конфигурации для добычи подземных ресурсов. Способы включают установку скважинных колонн, например, путем бурения множества скважин, например первой и второй скважин, которые проходят с поверхностного участка в ресурсную залежь. Первая и вторая скважины расположены смежно одна с другой. Части первой и второй скважины проходят поперечно кольцевидным образом и соединяются на конце в узловом пространстве, расположенном внутри ресурсной залежи. Несущий флюид закачивается с поверхности вдоль путей флюида, определяемых скважинами, для выщелачивания на месте ресурсных материалов из ресурсной залежи в несущий флюид, и несущий флюид, вмещающий ресурсные материалы, возвращается обратно к поверхности для добычи ресурсов.



202291366 A1

202291366 A1

СПОСОБЫ И КОНФИГУРАЦИИ ДЛЯ ДОБЫЧИ ПОДЗЕМНЫХ РЕСУРСОВ

СВЯЗАННАЯ ЗАЯВКА

[001] В этой заявке заявлено преимущество предварительной заявки на патент США № 62/929,705, поданной 1 ноября 2019 г.; причем все содержание заявки на патент 62/929,705 включено в настоящий документ посредством ссылки.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[002] Настоящее раскрытие в целом относится к добыче ресурсов и, в частности, к способам и конфигурациям для добычи подземных ресурсов.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[003] В нижеследующих абзацах представлено описание уровня техники настоящего изобретения. Однако их включение в настоящий документ не означает, что все, что в них обсуждается, является предшествующим уровнем техники или частью информации, известной специалистам в данной области техники.

[004] Разработаны различные методы добычи и извлечения ценных подземных ресурсов, включая минеральные ресурсы, такие как, например, калий, из геологических формаций. Один из таких методов, обычно называемый выщелачиванием *на месте*, включает бурение скважин с поверхности в подземную ресурсную залежь и последующую закачку флюида с поверхности в скважину для выщелачивания *на месте* ресурсного материала из залежи во флюид для извлечения к поверхности. Можно сказать, что добыча ресурсов, основанная на выщелачивании *на месте*, дает значительные преимущества по сравнению с более традиционными практиками подземной разработки месторождения. Так, например, добыча ресурсов, включающая выщелачивание *на месте*, не требует привлечения подземной рабочей силы, необходимо извлечь лишь ограниченное количество подземного горного материала, а капитальные затраты, связанные с добычей ресурсов, основанной на выщелачивании *на месте*, в целом ниже, чем те, которые связаны с обычными операциями по разработке месторождения или добыче ресурсов.

[005] Например, выполнение известных методов разработки месторождения первичного калийного раствора обычно первоначально включает формирование подземной каверны на дистальном конце вертикально ориентированной скважины. После этого можно начать добычу первичного ресурса, начиная с подземной каверны. Это может включать разрушение слоев ресурсной залежи, что представляет собой способ, обычно

называемый дроблением, для создания дробленого ресурсного материала с увеличенной площадью поверхности, а затем закачку флюида, такого как ненасыщенный пресноводный растворитель, для растворения растворимого ресурсного материала. Растворяющий флюид можно медленно закачивать вниз с поверхности в скважину, например, через хвостовик в скважине по направлению к каверне. Растворение ресурсного материала в каверне в растворителе обычно приводит к сформированию рассола. Как только концентрация ресурсного материала в рассоле становится достаточно высокой, с поверхности вводят дополнительное количество растворителя, и рассол циркулирует вверх к поверхности, например, через кольцевое пространство скважины. Скорость потока флюида через каверну может быть установлена для непрерывного выпуска рассола к поверхности. Затем на поверхности рассол может быть переработан для извлечения ресурсного материала, а отходы минералов, таких как соль, утилизируются, как правило, в хвостохранилище на поверхности.

[006] Таким образом, типичная конфигурация добычи ресурсов для добычи ресурсов выщелачиванием *на месте* включает вертикально проходящую скважину, содержащую дистально расположенную подземную каверну, из которой выщелачивается и добывается ресурсный материал.

[007] Добыча ресурсов с разработкой месторождения первичного калийного раствора в соответствии с известными методами и конфигурациями в целом требует больших площадей поверхности земли, например, крупномасштабные операции по добыче ресурсов выщелачиванием *на месте* могут включать 40 скважин, расположенных на десяти или большем количестве квадратных километрах, что оказывает значительное воздействие на окружающую среду. В то же время большие количества общего содержания ресурсов подземных ресурсных залежей остаются неразработанными с использованием методов разработки месторождений, известных специалистам в данной области техники. Кроме того, как уже отмечалось, отходы минералов выносятся к поверхности с использованием обычных методов добычи калия. Таким образом, на поверхности требуется разделение ресурсного материала и отходов минералов. Хвостохранилищам требуется дополнительное пространство на поверхности. Кроме того, в ветреную погоду отходы ресурсного материала могут выбрасываться из хвостохранилища и вызывать загрязнение окружающей среды.

[008] Кроме того, многие рабочие параметры и свойства ресурсной залежи влияют на эффективность операции добычи ресурсов выщелачиванием *на месте*, включая, например, скорость потока растворителя, температуру растворителя, температуру ресурсной залежи, соленость рассола и геометрию каверны. При использовании

известных систем и методов добычи ресурсов выщелачиванием *на месте* сложно отслеживать или контролировать эти параметры и свойства, что приводит к субоптимальному извлечению минералов из ресурсного материала из подземной ресурсной залежи.

[009] Таким образом, несмотря на наличие различных методов извлечения ресурсных материалов из подземных ресурсных залежей, известные методы недостаточно эффективны. В данной области техники существует постоянная потребность в усовершенствованных способах извлечения ресурсов из ресурсных залежей, и, в частности, существует потребность в усовершенствованных методах и конфигурациях для извлечения ресурсов выщелачиванием *на месте*, включая экономичные методы и конфигурации, которые имеют ограниченное воздействие на окружающую среду.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0010] Нижеследующие абзацы предназначены для ознакомления читателя с более подробным описанием, которое следует ниже, а не для определения или ограничения заявленного объекта настоящего изобретения.

[0011] В одном широком аспекте настоящее раскрытие относится к способам и конфигурациям для добычи ресурсных материалов из подземной ресурсной залежи.

[0012] В другом широком аспекте настоящее раскрытие относится к способам и конфигурациям для добычи ресурсных материалов из подземной ресурсной залежи, которые могут применяться на относительно небольших участках поверхности, тем самым ограничивая воздействие на окружающую среду и затраты, в частности энергию и воду, и снижая затраты, в то же время все еще извлекая значительные количества ресурсных материалов, аналогичные или даже превышающие количества, которые могут быть добыты с использованием традиционных способов добычи ресурсов. В по меньшей мере одном варианте осуществления конфигурации разработки месторождения могут быть применены на поверхностном участке площадью одна квадратная миля или менее.

[0013] Соответственно, в одном аспекте, в соответствии с идеями настоящего документа, настоящее раскрытие обеспечивает, по меньшей мере в одном варианте осуществления, способ добычи подземных ресурсов *не месте* из подземного пространства, содержащего ресурсную залежь, путем добычи ресурса из ресурсной залежи с использованием конфигурации скважины, которая содержит:

а) первую скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем первая скважинная колонна содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного

участка, а вторая секция проходит поперечно в первом поперечном направлении от первой секции в ресурсную залежь; и

b) вторую скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем вторая скважинная колонна расположена смежно с первой скважинной колонной и содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно во втором поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

причем вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя первый плоский участок и дистально соединяя вторые секции в узловом пространстве таким образом, что формируется путь флюида вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к узловому пространству и из узлового пространства вверх к поверхности через вторую скважинную колонну,

при этом способ включает:

(i) закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую или вторую скважинную колонну вдоль пути флюида, чтобы тем самым выщелачивать *на месте* ресурсный материал из ресурсной залежи в несущий флюид и увеличивать внутренние объемы вторых секций первой и второй скважинных колонн,

(ii) циркуляцию несущего флюида, содержащего выщелоченный ресурсный материал, вдоль пути флюида через узловое пространство и вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через вторую скважинную колонну; и

(iii) извлечение несущего флюида, содержащего выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

[0014] В по меньшей мере одном варианте осуществления первая секция первой скважинной колонны или первая секция второй скважинной колонны могут проходить по существу вертикально относительно поверхностного участка.

[0015] В по меньшей мере одном варианте осуществления вторые секции первой и второй скважинных колонн могут проходить в целом в горизонтальном направлении относительно поверхностного участка, а первый плоский участок расположен по существу горизонтально относительно поверхностного участка.

[0016] В по меньшей мере одном варианте осуществления циркуляция несущего флюида может продолжаться до тех пор, пока внутренние объемы первой и второй скважинных колонн не увеличатся настолько, что средняя высота по длинам вторых секций первой и второй скважинных колонн увеличится не менее чем в два раза, а средние ширины по длинам вторых секций первой и второй скважинных колонн увеличатся по меньшей мере настолько же, насколько увеличатся высоты.

[0017] В по меньшей мере одном варианте осуществления циркуляция несущего флюида может продолжаться до тех пор, пока внутренние объемы первой и второй скважинных колонн не увеличатся настолько, что средняя ширина по длинам вторых секций первой и второй скважинных колонн увеличится по меньшей мере в два раза от начальной ширины этих секций, после чего способ включает остановку циркуляции несущего флюида и поддержание стагнации несущего флюида во вторых секциях первой и второй скважинных колонн в течение по меньшей мере одного дня до извлечения несущего флюида через первую и/или вторую скважинную колонну.

[0018] В по меньшей мере одном варианте осуществления конфигурация скважины может содержать первую и вторую скважинные колонны, содержащие обсадную колонну вдоль проксимальной части удлинения первой скважинной колонны или удлинения второй скважинной колонны.

[0019] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать периодическое закачивание несущего флюида попеременно через первую и вторую скважинные колонны.

[0020] В по меньшей мере одном варианте осуществления конфигурация скважины может содержать третью скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка, при этом третья скважинная колонна дистально соединяется в узловом пространстве в ресурсной залежи.

[0021] В по меньшей мере одном варианте осуществления третья скважинная колонна может иметь поверхностное отверстие скважинной колонны, смежное с поверхностными отверстиями скважинной колонны первой и второй скважинной колонны.

[0022] В по меньшей мере одном варианте осуществления третья скважинная колонна может иметь поверхностное отверстие скважинной колонны, расположенное на расстоянии от поверхностных отверстий скважинной колонны первой и второй скважинной колонны.

[0023] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать анализ подземной ресурсной залежи на присутствие ресурсного материала путем доступа

к узловому пространству через третью скважинную колонну с помощью анализирующего устройства перед закачиванием несущего флюида.

[0024] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать закачивание несущего флюида с поверхностного участка в узловое пространство через третью скважинную колонну и к поверхностному участку через путь флюида по первой скважинной колонне или второй скважинной колонне.

[0025] В по меньшей мере одном варианте осуществления первая скважинная колонна может содержать:

третью секцию, которая проходит поперечно в третьем поперечном направлении от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

причем вторая скважинная колонна содержит третью секцию, проходящую поперечно приблизительно в четвертом поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

причем третьи секции первой и второй скважинных колонн сформированы таким образом, что проходят кольцевидно, формируя второй плоский участок, и дистально соединяются, формируя второе узловое пространство таким образом, что второй путь флюида формируется вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну во второе узловое пространство и из второго узлового пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну; и

способ дополнительно включает:

закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую или вторую скважинную колонну по первому и второму путях флюида для выщелачивания *на месте* ресурсного материала из ресурсной залежи и увеличения внутренних объемов второй и третьей секций первой и второй скважинных колонн, и

циркуляцию несущего флюида, содержащего ресурсные материалы, по пути флюида через первое и второе узловые пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида в первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании носителя флюида через вторую скважинную колонну, и

извлечение несущего флюида, содержащего выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

[0026] В по меньшей мере одном варианте осуществления первая и вторая скважинные колонны могут представлять собой первую скважину и вторую скважину соответственно.

[0027] В по меньшей мере одном варианте осуществления первая секция первой скважинной колонны может представлять собой первый трубчатый хвостовик, а вторая секция первой скважинной колонны представляет собой первую проходящую поперечно скважину, проходящую от первого трубчатого хвостовика, причем первая секция второй скважинной колонны представляет собой второй трубчатый хвостовик, а вторая секция второй скважинной колонны представляет собой вторую проходящую поперечно скважину, проходящую от второго трубчатого хвостовика, и причем первые секции первой и второй скважинных колонн вместе установлены в первой скважине, проходящей с поверхностного участка.

[0028] В по меньшей мере одном варианте осуществления конфигурация скважины может содержать четвертую скважинную колонну, при этом четвертая скважинная колонна проходит вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь и дистально соединяется со вторым узловым пространством.

[0029] В по меньшей мере одном варианте осуществления третьи секции первой и второй скважинных колонн могут быть на одной глубине, так что первый и второй плоские участки расположены приблизительно на одной глубине относительно поверхностного участка.

[0030] В по меньшей мере одном варианте осуществления третьи секции первой и второй скважинных колонн могут быть на разных глубинах, так что первый и второй плоские участки расположены на двух разных глубинах относительно поверхностного участка.

[0031] В по меньшей мере одном варианте осуществления поверхностный участок, ниже которого может быть реализована конфигурация скважины, составляет двадцать пять квадратных миль или менее.

[0032] В по меньшей мере одном варианте осуществления поверхностный участок, ниже которого реализована конфигурация скважины, может составлять одну квадратную милю или менее.

[0033] В по меньшей мере одном варианте осуществления

первая скважинная колонна может содержать первое множество секций, которые проходят поперечно в первом множестве различных поперечных направлений от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

вторая скважинная колонна может содержать второе множество секций, которые проходят поперечно во втором множестве поперечных направлений от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом первое множество секций равно по количеству второму множеству секций, каждая секция первого множества секций проходит кольцевидно с одной секцией второго множества секций, формируя множество плоских участков, и дистально соединяется для формирования множества узловых пространств, так что формируется множество путей флюида, которые текут вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к каждому из узловых пространств и из множества узловых пространств вверх к поверхности через вторую скважинную колонну;

и способ дополнительно включает:

закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую скважинную колонну или вторую скважинную колонну по множеству путей флюида, чтобы тем самым выщелачивать *на месте* ресурсный материал из ресурсной залежи и увеличивать внутренний объем первого и второго множества поперечных удлинений, и

циркуляцию несущего флюида, содержащего ресурсные материалы, по множеству путей флюида через множество узловых пространств и вверх к поверхности через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида в первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через вторую скважинную колонну, чтобы тем самым извлекать несущий флюид, содержащий выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

[0034] В по меньшей мере одном варианте осуществления множество дополнительных скважинных колонн может проходить вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, и каждая из множества дополнительных скважинных колонн дистально соединяется с одним из множества узловых пространств.

[0035] В по меньшей мере одном варианте осуществления множество дополнительных скважинных колонн может представлять собой множество скважин.

[0036] В по меньшей мере одном варианте осуществления, в котором первая секция первого множества дополнительных скважинных колонн может соответствовать равному первому множеству трубчатых хвостовиков, а вторая секция первого множества дополнительных скважинных колонн соответствует равному множеству проходящих поперечно скважин, проходящих от первого множества трубчатых хвостовиков, причем

первая секция второго множества дополнительных скважинных колонн соответствует равному второму множеству трубчатых хвостовиков, а вторая секция второго множества дополнительных скважинных колонн соответствует равному множеству проходящих поперечно скважин, проходящих от второго множества трубчатых хвостовиков, и причем первые секции первого и второго множества дополнительных скважинных колонн вместе установлены в первой скважине, проходящей с поверхностного участка.

[0037] В по меньшей мере одном варианте осуществления множество дополнительных скважинных колонн могут быть расположены на расстоянии друг от друга и от первой и второй скважинных колонн.

[0038] В по меньшей мере одном варианте осуществления множество дополнительных скважинных колонн может быть расположено радиально относительно первой и второй скважинных колонн.

[0039] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать закачивание несущего флюида попеременно через первую скважинную колонну и вторую скважинную колонну.

[0040] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать последующее закачивание несущего флюида с поверхностного участка в узловое пространство через одну или большее количество из множества дополнительных скважинных колонн и к поверхностному участку через путь флюида по первой и второй скважинным колоннам.

[0041] В по меньшей мере одном варианте осуществления ресурсный материал может содержать первый и второй химические компоненты, и способ включает циркуляцию несущего флюида, при которой первый химический компонент выщелачивается *на месте* в несущий флюид, а второй химический компонент удерживается *на месте* и формирует пористую матрицу.

[0042] В по меньшей мере одном варианте осуществления первый химический компонент может представлять собой хлорид калия, а второй химический компонент представляет собой хлорид натрия.

[0043] В по меньшей мере одном варианте осуществления ресурсный материал может представлять собой эвапорит.

[0044] В по меньшей мере одном варианте осуществления несущий флюид может представлять собой растворитель, а ресурсный материал представляет собой эвапорит, растворимый в растворителе.

[0045] В по меньшей мере одном варианте осуществления эвапорит может представлять собой поташ.

[0046] В другом аспекте настоящее раскрытие обеспечивает в по меньшей мере одном варианте осуществления способ строительства конфигурации разработки месторождения для добычи подземных ресурсов из ресурсной залежи, причем способ включает:

установку множества скважинных колонн, проходящих вниз с поверхностного участка, посредством:

установки первой скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка в минеральную залежь, при этом первая скважинная колонна содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно в первом поперечном направлении от первой секции в ресурсную залежь; и

установки второй скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, при этом вторая скважинная колонна расположена смежно с первой скважинной колонной и содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно во втором поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя первый плоский участок, и дистально соединяются в узловом пространстве, тем самым формируя путь флюида вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к узловому пространству и из узлового пространства вверх к поверхности через вторую скважинную колонну.

[0047] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование первой секции второй скважинной колонны, и причем первая секция второй скважинной колонны проходит по существу вертикально относительно поверхностного участка.

[0048] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование вторых секций первой и второй скважинных колонн, проходящих в целом в горизонтальном направлении относительно поверхностного участка, а первый плоский участок расположен по существу горизонтально относительно поверхностного участка.

[0049] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать обсаживание второй секции первой и второй скважинных колонн вдоль проксимальной части удлинения первой скважинной колонны или удлинения второй скважиной колонны.

[0050] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать установку третьей скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка, при этом третья скважинная колонна дистально соединяется в узловом пространстве в ресурсной залежи.

[0051] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать установку третьей скважинной колонны, чтобы иметь поверхностное отверстие скважинной колонны смежно с поверхностными отверстия скважинной колонны первой и второй скважинных колонн.

[0052] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать установку третьей скважинной колонны, чтобы иметь поверхностное отверстие скважинной колонны расположенное на расстоянии от поверхностных отверстий скважинной колонны первой и второй скважинных колонн.

[0053] В по меньшей мере одном варианте осуществления первая и вторая скважинные колонны могут быть скважинами, и установка включает бурение каждой из скважин для формирования скважин.

[0054] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать анализ подземной ресурсной залежи на присутствие ресурсного материала путем доступа к узловому пространству через третью скважинную колонну с помощью анализирующего устройства.

[0055] В по меньшей мере одном варианте осуществления поверхностный участок, ниже которого может быть реализована конфигурация скважины, составляет двадцать пять квадратных миль или менее.

[0056] В по меньшей мере одном варианте осуществления поверхностный участок, ниже которого может быть реализована конфигурация скважины, составляет одну квадратную милю или менее.

[0057] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ дополнительно может включать:

обеспечение первой скважинной колонны третьей секцией, которая проходит в третьем поперечном направлении от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

обеспечение второй скважинной колонны третьей секцией, проходящей поперечно приблизительно в четвертом поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом третьи секции первой и второй скважинных колонн сформированы таким образом, что проходят кольцевидно, формируя второй плоский участок, и

дистально соединяются, формируя второе узловое пространство, а второй путь флюида формируется вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну во второе узловое пространство и из второго узлового пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну.

[0058] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование третьих секций первой и второй скважинных колонн на одной глубине, так что первый и второй плоские участки расположены на одинаковой глубине относительно поверхностного участка.

[0059] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование третьих секций первой и второй скважинных колонн на разных глубинах, так что первый и второй плоские участки расположены на двух разных глубинах относительно поверхностного участка.

[0060] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать

обеспечение первой скважинной колонны первым множеством секций, которые проходят поперечно в первом множестве различных поперечных направлений от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

обеспечение второй скважинной колонны вторым множеством секций, проходящих поперечно во втором множестве поперечных направлений от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом первое множество секций равно по количеству второму множеству секций, а каждая секция первого множества секций проходит кольцевидно с одной секцией второго множества секций, коллективно формируя множество плоских участков, и дистально соединяется для коллективного формирования множества узловых пространств, так что формируется множество путей флюида, которые текут вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к каждому из узловых пространств и из множества узловых пространств вверх к поверхности через вторую скважинную колонну;

[0061] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать установку множества дополнительных скважинных колонн, которые проходят вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, и при этом каждая из множества дополнительных скважинных колонн дистально соединяется с одним из множества узловых пространств.

[0062] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование каждой из дополнительных скважинных колонн, которые должны располагаться на расстоянии друг от друга, и от первой и второй скважинных колонн.

[0063] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование каждой из множества дополнительных скважинных колонн, которые должны быть расположены радиально относительно первой и второй скважинных колонн.

[0064] В по меньшей мере одном варианте осуществления ресурсный материал может представлять собой эвапорит.

[0065] В по меньшей мере одном варианте осуществления несущий флюид может представлять собой растворитель, а ресурсный материал представляет собой эвапорит, растворимый в растворителе.

[0066] В по меньшей мере одном варианте осуществления эвапорит может представлять собой поташ.

[0067] В другом аспекте настоящее раскрытие обеспечивает в по меньшей мере одном варианте осуществления способ добычи подземных ресурсов из подземной ресурсной залежи, причем способ включает:

установку множества скважинных колонн, проходящих вниз с поверхностного участка, посредством:

установки первой скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, при этом первая скважинная колонна содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно в первом поперечном направлении от первой секции в ресурсную залежь; и

установки второй скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, при этом вторая скважинная колонна расположена смежно с первой скважинной колонной и содержит первую и вторую секцию, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно во втором поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь, при этом вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя первый плоский участок, и дистально соединяются в узловом пространстве, тем самым формируя путь флюида вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к узловому пространству и из узлового пространства вверх к поверхности через вторую скважинную колонну;

закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую или вторую скважинную колонну вдоль пути флюида, чтобы тем самым выщелачивать *на месте* ресурсный материал из ресурсной залежи в несущий

флюид и увеличивать внутренние объемы вторых секций первой и второй скважинных колонн;

циркуляцию несущего флюида, содержащего выщелоченный ресурсный материал, вдоль пути флюида через узловое пространство и вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через вторую скважинную колонну; и

извлечение несущего флюида, содержащего выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

[0068] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование первой секции второй скважинной колонны, и причем первая секция второй скважинной колонны проходит по существу вертикально относительно поверхностного участка.

[0069] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование вторых секций первой и второй скважинной колонны, проходящих в целом в горизонтальном направлении относительно поверхностного участка, а первый плоский участок расположен по существу горизонтально относительно поверхностного участка.

[0070] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать непрерывную циркуляцию несущего флюида до тех пор, пока внутренние объемы первой и второй скважинных колонн не увеличатся настолько, что средние высоты по длинам вторых секций первой и второй скважинных колонн увеличится не менее чем в два раза, а средние ширины по длинам вторых участков первой и второй скважинных колонн увеличатся по меньшей мере настолько же, насколько увеличится высота.

[0071] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать непрерывную циркуляцию несущего флюида до тех пор, пока внутренние объемы первой и второй скважинных колонн не увеличатся настолько, что средние ширины по длинам вторых секций первой и второй скважинных колонн увеличится по меньшей мере в два раза от начальной ширины этих секций, после чего способ включает остановку циркуляции несущего флюида и поддержание стагнации несущего флюида во вторых секциях первой и второй скважинных колонн в течение по меньшей мере одного дня до извлечения несущего флюида через первую и/или вторую скважинную колонну.

[0072] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать обсаживание второй секции первой и второй скважинных колонн вдоль проксимальной части удлинения первой скважинной колонны или удлинения второй скважиной колонны.

[0073] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать установку третьей скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка, при этом третья скважинная колонна дистально соединяется в узловом пространстве в ресурсной залежи.

[0074] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать установку третьей скважинной колонны, чтобы иметь поверхностное отверстие скважинной колонны смежно с поверхностными отверстия скважинной колонны первой и второй скважинных колонн.

[0075] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать установку третьей скважинной колонны, чтобы иметь поверхностное отверстие скважинной колонны расположенное на расстоянии от поверхностных отверстий скважинной колонны первой и второй скважинных колонн.

[0076] В по меньшей мере одном варианте осуществления первая и вторая скважинные колонны могут быть скважинами, и установка включает бурение скважины для формирования каждой из скважин.

[0077] В по меньшей мере одном варианте осуществления первая, вторая и третья скважинные колонны представляют собой скважины, и установка включает бурение скважины для формирования каждой из скважин.

[0078] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать анализ подземной ресурсной залежи на присутствие ресурсного материала путем доступа к узловому пространству через третью скважинную колонну с помощью анализирующего устройства.

[0079] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать последовательное периодическое закачивание несущего флюида попеременно через первую и вторую скважинные колонны.

[0080] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать последовательное закачивание несущего флюида с поверхностного участка в узловое пространство через третью скважинную колонну и к поверхностному участку через путь флюида по первой скважинной колонне или второй скважинной колонне.

[0081] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать

обеспечение первой скважинной колонны третьей секцией, которая проходит в третьем поперечном направлении от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

обеспечение второй скважинной колонны третьей секцией, проходящей поперечно приблизительно в четвертом поперечном направлении от первой секции

второй скважинной колонны в ресурсную залежь, при этом третьи секции первой и второй скважинных колонн сформированы таким образом, что проходят кольцевидно, формируя второй плоский участок, и дистально соединяя третьи секции, формируя второе узловое пространство, а второй путь флюида формируется вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну во второе узловое пространство и из второго узлового пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну;

способ дополнительно включает:

закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую или вторую скважинную колонну по первому и второму путях флюида для выщелачивания *на месте* ресурсного материала из ресурсной залежи и увеличения внутренних объемов второй и третьей секций первой и второй скважинных колонн,

циркуляцию несущего флюида, содержащего ресурсные материалы, по пути флюида через первое и второе узловые пространства и вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида в первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании носителя флюида через вторую скважинную колонну, и

извлечение несущего флюида, содержащего выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

[0082] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование третьих секций первой и второй скважинных колонн на одной глубине, так что первый и второй плоские участки расположены приблизительно на одинаковой глубине относительно поверхностного участка.

[0083] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование третьих секций первой и второй скважинных колонн на разных глубинах, так что первый и второй плоские участки расположены на двух разных глубинах относительно поверхностного участка.

[0084] В по меньшей мере одном варианте осуществления поверхностный участок, ниже которого реализуется конфигурация разработки месторождения, может составлять двадцать пять квадратных миль или менее.

[0085] В по меньшей мере одном варианте осуществления поверхностный участок, ниже которого реализована конфигурация разработки месторождения, может составлять одну квадратную милю или менее.

[0086] В по меньшей мере одном варианте осуществления, в котором способ может включать

обеспечение первой скважинной колонны первым множеством секций, которые проходят поперечно в первом множестве различных поперечных направлений от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

обеспечение второй скважинной колонны вторым множеством секций, проходящих поперечно во втором множестве поперечных направлений от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом первое множество секций равно по количеству второму множеству секций, а каждая секция первого множества секций проходит кольцевидно с одной секцией второго множества секций, коллективно формируя множество плоских участков, и дистально соединяется для коллективного формирования множества узловых пространств, так что формируется множество путей флюида, которые текут вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к каждому из узловых пространств и из множества узловых пространств вверх к поверхности через вторую скважинную колонну; и

способ дополнительно включает:

закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую скважинную колонну или вторую скважинную колонну по множеству путей флюида, чтобы тем самым выщелачивать *на месте* ресурсный материал из ресурсной залежи и увеличивать внутренние объемы первого и второго множества поперечных удлинений, и

циркуляцию несущего флюида, содержащего ресурсные материалы, по множеству путей флюида через множество узловых пространств и вверх к поверхности через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида в первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через вторую скважинную колонну, чтобы тем самым извлекать несущий флюид, содержащий выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

[0087] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать установку множества дополнительных скважинных колонн, которые проходят вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, и при этом каждая из множества дополнительных скважинных колонн дистально соединяется с одним из множества узловых пространств.

[0088] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование каждой из дополнительных скважинных колонн, которые должны располагаться на расстоянии друг от друга, и от первой и второй скважинных колонн.

[0089] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать формирование каждой из множества дополнительных скважинных колонн, которые должны быть расположены радиально относительно первой и второй скважинных колонн.

[0090] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать закачивание несущего флюида попеременно через первую скважинную колонну и вторую скважинную колонну.

[0091] В по меньшей мере одном варианте осуществления способ может включать последующее закачивание несущего флюида с поверхностного участка в узловое пространство через одну или большее количество из множества дополнительных скважинных колонн и к поверхностному участку через путь флюида по первой и второй скважинным колоннам.

[0092] В по меньшей мере одном варианте осуществления ресурсный материал может содержать первый и второй химические компоненты, и способ включает циркуляцию несущего флюида, при которой первый химический компонент выщелачивается *на месте* в несущий флюид, а второй химический компонент удерживается *на месте* и формирует пористую матрицу.

[0093] В по меньшей мере одном варианте осуществления первый химический компонент может представлять собой хлорид калия, а второй химический компонент представляет собой хлорид натрия.

[0094] В по меньшей мере одном варианте осуществления ресурсный материал может представлять собой эвапорит.

[0095] В по меньшей мере одном варианте осуществления несущий флюид может представлять собой растворитель, а ресурсный материал представляет собой эвапорит, растворимый в растворителе.

[0096] В по меньшей мере одном варианте осуществления эвапорит может представлять собой поташ.

[0097] В другом аспекте настоящее раскрытие обеспечивает в по меньшей мере одном варианте осуществления конфигурацию добычи ресурсов для добычи ресурсов *на месте* из ресурсной залежи в нижележащем подземном пространстве, связанном с поверхностным участком, при этом конфигурация добычи ресурсов содержит:

по меньшей мере одну конфигурацию скважины, причем каждая конфигурация скважины содержит:

первую скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем первая скважинная колонна содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с

поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно в первом поперечном направлении от первой секции в ресурсную залежь; и

вторую скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем вторая скважинная колонна расположена смежно с первой скважинной колонной и содержит первую и вторую секции, причем первая секция второй скважинной колонны проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция второй скважинной колонны проходит поперечно во втором поперечном направлении от дистальной части первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя первый плоский участок, и причем вторые секции дистально соединяются в узловом пространстве и формируют путь флюида вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к узловому пространству и из узлового пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну.

[0098] В по меньшей мере одном варианте осуществления по меньшей мере одна конфигурация скважины может содержать третью скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка, при этом третья скважинная колонна имеет дистальный конец в узловом пространстве в ресурсной залежи.

[0099] В по меньшей мере одном варианте осуществления первая секция первой скважинной колонны, или первая секция второй скважинной колонны, или третья скважинная колонна по меньшей мере одной конфигурации скважины могут быть расположены так, чтобы проходить по существу вертикально относительно поверхностного участка.

[00100] В по меньшей мере одном варианте осуществления вторые секции первой и второй скважинных колонн по меньшей мере одной конфигурации скважины могут быть расположены так, чтобы проходить в основном в горизонтальном направлении относительно поверхностного участка.

[00101] В по меньшей мере одном варианте осуществления конфигурация добычи ресурсов может содержать множество конфигураций скважины, имеющих множество скважинных колонн, при этом пути флюида через каждую из проходящих поперечно вторых секций первой части множества скважинных колонн проходят по существу параллельно и смежно с соответствующими путями флюида второй части множества скважинных колонн.

[00102] В по меньшей мере одном варианте осуществления первая скважинная колонна по меньшей мере одной конфигураций скважины может содержать третью секцию, проходящую поперечно в третьем поперечном направлении от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и вторая скважинная колонна по меньшей мере одной конфигураций скважины содержит третью секцию, проходящую поперечно в четвертом поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь, при этом третьи секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя второй плоский участок, а третьи секции первой и второй скважинных колонн дистально соединяются, формируя второе узловое пространство, а второй путь флюида формируется с поверхностного участка через первую скважинную колонну во второе узловое пространство и из второго узлового пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну.

[00103] В по меньшей мере одном варианте осуществления конфигурация добычи ресурсов может содержать первую и вторую конфигурации скважины, которые имеют первое и второе узловые пространства и расположены рядом друг с другом, так что первая воображаемая прямая линия проходит от первого дистального узлового пространства к первой и второй скважинной колонне первой конфигурации скважины, а вторая воображаемая прямая линия проходит от второго дистального узлового пространства к первой и второй скважинной колонне второй конфигурации скважины, при этом первая и вторая воображаемые линии проходят приблизительно параллельно.

[00104] В по меньшей мере одном варианте осуществления поверхностный участок, ниже которого реализуется конфигурация разработки месторождения, может составлять двадцать пять квадратных миль или менее.

[00105] В по меньшей мере одном варианте осуществления поверхностный участок, ниже которого реализована конфигурация разработки месторождения, может составлять одну квадратную милю или менее.

[00106] В по меньшей мере одном варианте осуществления расстояние между параллельными первой и второй линиями может составлять 200 метров или менее.

[00107] В по меньшей мере одном варианте осуществления первая скважинная колонна по меньшей мере одной конфигурации скважины может содержать первое множество секций, проходящих поперечно в первом множестве различных поперечных направлений от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; вторая скважинная колонна по меньшей мере одной конфигурации скважины содержит второе множество секций, кольцевидно проходящих во втором множестве поперечных направлений от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь, при этом первое

множество секций равно по количеству второму множеству секций, а каждая секция первого множества секций проходит кольцевидно с одной секцией второго множества секций, коллективно формируя множество плоских участков, и дистально соединяется для коллективного формирования множества узловых пространств, так что формируется множество путей флюида, которые текут вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к каждому из узловых пространств и из множества узловых пространств вверх к поверхности через вторую скважинную колонну.

[00108] В по меньшей мере одном варианте осуществления, по меньшей мере одна конфигурация скважины может содержать первое множество дополнительных скважинных колонн, которые проходят вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем каждая из дополнительных скважинных колонн расположена на расстоянии друг от друга и от первой, второй и третьей скважинной колонны и каждая из множества дополнительных скважинных колонн дистально соединены с одним из множества узловых пространств.

[00109] В по меньшей мере одном варианте осуществления множество дополнительных скважинных колонн может быть расположено радиально относительно первой и второй скважинных колонн.

[00110] В по меньшей мере одном варианте осуществления по меньшей мере одна конфигурация скважины может содержать второе множество скважинных колонн, содержащих первую, вторую и третью скважины, проходящие таким же образом, как первая, вторая и третья скважинные колонны из первого множества скважинных колонн, причем первое множество скважинных колонн содержит второе и третье удлинения, ориентированные так, чтобы быть расположенными в радиальном направлении относительно второй и третьей скважинных колонн, а второе множество скважинных колонн ориентировано так, чтобы охватывать и включать первое множество скважинных колонн.

[00111] В другом аспекте настоящее раскрытие обеспечивает в по меньшей мере одном варианте осуществления множество смежных конфигураций скважины, каждая из которых содержит множество скважинных колонн и связана со смежными поверхностными участками, чтобы облегчить добычу ресурсов из ресурсной залежи в нижележащем подземном пространстве, причем каждая конфигурация скважины содержит:

первую скважинную колонну, которая проходит вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем первая скважинная колонна содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а

вторая секция проходит поперечно в первом поперечном направлении от первой секции в ресурсную залежь; и

вторую скважинную колонну, которая проходит вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем вторая скважинная колонна расположена смежно с первой скважинной колонной и содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно во втором поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя первый плоский участок, и дистально соединяются в узловом пространстве и формируют путь флюида с поверхностного участка через первую скважинную колонну к узловому пространству и из узлового пространства к поверхностному участку через вторую скважинную колонну.

[00112] В по меньшей мере одном варианте осуществления каждая конфигурация скважины может содержать третью скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка, при этом третья скважинная колонна имеет дистальный конец в узловом пространстве в ресурсной залежи.

[00113] В по меньшей мере одном варианте осуществления каждая конфигурация скважины во множестве смежных конфигураций скважины первой скважинной колонны может содержать первое множество секций, первая скважинная колонна по меньшей мере одной конфигурации скважины может содержать первое множество секций, проходящих поперечно в первом множестве различных поперечных направлений от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; вторая скважинная колонна содержит второе множество секций, поперечно проходящих во втором множестве поперечных направлений от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь, при этом первое множество секций равно по количеству второму множеству секций, а каждая секция первого множества секций проходит кольцевидно с одной секцией второго множества секций, коллективно формируя множество плоских участков, и дистально соединяется для коллективного формирования множества узловых пространств, так что формируется множество путей флюида от поверхностного участка через первую скважинную колонну к каждому из узловых пространств и из множества узловых пространств к поверхности через вторую скважинную колонну.

[00114] В по меньшей мере одном варианте осуществления множество смежных скважинных колонн может содержать множество дополнительных скважинных колонн, которые проходят вниз от смежных поверхностных участков в ресурсную залежь, при

этом для каждой конфигурации скважины дополнительные скважинной колонны расположены на расстоянии друг от друга и от первой, второй и третьей скважинных колонн, и каждая из множества дополнительных скважинных колонн дистально соединена с одним из множества узловых пространств.

[00115] Другие признаки и преимущества настоящего изобретения станут понятными из нижеследующего подробного описания. Однако следует понимать, что хотя в подробном описании представлены некоторые варианты реализации настоящего изобретения, они приведены исключительно в качестве иллюстрации, поскольку различные изменения и модификации в рамках сущности и объема настоящего изобретения станут очевидными для специалистов в данной области техники после ознакомления с подробным описанием.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

[00116] Раскрытие изобретения представлено в качестве примера в приведенных ниже абзацах со ссылкой на прилагаемые фигуры. Представленные в настоящем документе фигуры предназначены для лучшего понимания примеров вариантов осуществления и более ясной иллюстрации того, как могут быть реализованы различные варианты осуществления. Одинаковые цифры обозначают одинаковые или подобные элементы на нескольких видах, которые, возможно, показаны расположенными по-разному или под другим углом. Таким образом, только в качестве примера часть **115** на **фиг. 1C, 1E**, **2A**, **2B**, **2C**, **2K**, **2L**, **2M**, **2N**, **2O**, **2P**, **2S**, **3A**, **3C**, **3D**, и **3E** относится к скважине на каждой из этих фигур. Эти фигуры не предназначены для ограничения настоящего изобретения.

[00117] **Фиг. 1A** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00118] **Фиг. 1B** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе конфигурации добычи ресурсов, показанной на **фиг. 1A**.

[00119] **Фиг. 1C** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00120] **Фиг. 1D** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе конфигурации добычи ресурсов, показанной на **фиг. 1C**.

[00121] **Фиг. 1E** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00122] **Фиг. 2A** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов в первом состоянии в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00123] **Фиг. 2B** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов во втором состоянии в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00124] **Фиг. 2C** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов в третьем состоянии в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00125] **Фиг. 2D** представляет собой вид в разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с **фиг. 2A**, выполненный вдоль плоскости **2D**.

[00126] **Фиг. 2E** представляет собой вид в разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с **фиг. 2B**, выполненный вдоль плоскости **2E**.

[00127] **Фиг. 2F** представляет собой вид в разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с **фиг. 2C**, выполненный вдоль плоскости **2F**.

[00128] **Фиг. 2G** представляет собой вид в разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с **фиг. 2A**, выполненный вдоль плоскости **2G**.

[00129] **Фиг. 2H** представляет собой вид в разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с **фиг. 2B**, выполненный вдоль плоскости **2H**.

[00130] **Фиг. 2I** представляет собой вид в разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с **фиг. 2C**, выполненный вдоль плоскости **2I**.

[00131] **Фиг. 2J** представляет собой вид в разрезе, аналогичный виду в разрезе, показанному на **ФИГ. 2I,** но другой конфигурации добычи ресурсов (не показана).

[00132] **Фиг. 2K** представляет собой схематический вид сверху конфигурации добычи ресурсов в первом состоянии, как показано на **фиг. 2A**.

[00133] **Фиг. 2L** представляет собой схематический вид сверху конфигурации добычи ресурсов во втором состоянии, как показано на **фиг. 2B**.

[00134] **Фиг. 2M** представляет собой схематический вид сверху конфигурации добычи ресурсов третьем состоянии, как показано на **фиг. 2C**.

[00135] **Фиг. 2N** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов и способа в соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00136] **Фиг. 2O** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов и способа в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00137] **Фиг. 2P** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов и способа в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00138] **Фиг. 2Q** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов и способа в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00139] **Фиг. 2R** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов и способа в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00140] **Фиг. 2S** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов и способа в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00141] **Фиг. 3A** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00142] **Фиг. 3B** представляет собой схематический вид сверху конфигурации добычи ресурсов в соответствии с **фиг. 3A**.

[00143] **Фиг. 3C** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00144] **Фиг. 3D** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00145] **Фиг. 3E** представляет собой схематический вид в перспективе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00146] **Фиг. 3F** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе конфигурации добычи ресурсов, показанной на **фиг. 3E**.

[00147] **Фиг. 4A** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примерным вариантом осуществления настоящего раскрытия в первом состоянии (**I**) и втором состоянии (**II**), разработанном, начиная с состояния (**I**), и альтернативное второе состояние (**III**), разработанное, начиная с состояния (**I**).

[00148] **Фиг. 4B** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00149] **Фиг. 4C** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00150] **Фиг. 4D** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00151] **Фиг. 5A** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00152] **Фиг. 5B** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе другой конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00153] **Фиг. 5C** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе другой конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00154] **Фиг. 5D** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе другой конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00155] **Фиг. 5E** представляет собой схематический вид в горизонтальном разрезе другой конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00156] **Фиг. 6A** представляет собой схематический вид сверху конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00157] **Фиг. 6B** представляет собой схематический вид сверху конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00158] **Фиг. 6C** представляет собой схематический вид сверху конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00159] **Фиг. 6D** представляет собой схематический вид сверху конфигурации добычи ресурсов в соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения.

[00160] Указанные фигуры вместе со следующим подробным описанием делают очевидным для специалистов в данной области техники, как раскрытие может быть реализовано на практике.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[00161] Различные способы, системы и конфигурации будут описаны ниже, чтобы предоставить по меньшей мере один пример по меньшей мере одного варианта осуществления заявленного объекта изобретения. Ни один вариант осуществления, описанный ниже, не ограничивает какой-либо заявленный объект, и любой заявленный объект может охватывать способы, системы или конфигурации, которые отличаются от описанных ниже. Заявленный объект изобретения не ограничивается каким-либо способом, системой или конфигурацией, имеющими все признаки способов, систем или композиций, описанных ниже, или признаками, общими для множества способов, систем или конфигураций, описанных ниже. Возможно, что способ, система или конфигурации, описанные ниже, не являются вариантом осуществления какого-либо из заявленных объектов изобретения. Любой объект, раскрытый в способе, системе или конфигурациях описанных ниже, который не заявлен в настоящем документе, может представлять собой объект другого документа, находящегося под правовой охраной, например, продолжающейся патентной заявки, и заявители, авторы изобретения или его владельцы не намерены уступать или открывать кому-либо любой такой объект или отказываться от него, раскрывая его в этом документе.

[00162] Используемые в описании и формуле изобретения грамматические средства выражения формы единственного числа включают множественное число и наоборот, если контекст явно не указывает на иное. В настоящем описании, если не указано иное, термины «содержать», «содержит» и «содержащий» используются скорее включительно, чем исключительно, так что указанное целое число или группа целых чисел может включать в себя одно или более других неуказанных целых чисел, либо одну или более групп целых чисел. Термин «или» является включающим, если только он не включен, например, в грамматическую конструкцию, соответствующую «исключающему или». Термин «и/или» предназначен для обозначения включающего или. То есть «X и/или Y» означает, например, X или Y или и то, и другое. В качестве дополнительного примера, X, Y и/или Z означают X, Y или Z или любую их комбинацию.

[00163] Когда диапазоны используются в настоящем документе для геометрических размеров, физических свойств или химических свойств, таких как химические формулы, предполагается, что все комбинации и подкомбинации диапазонов и конкретных вариантов осуществления включены в них. За исключением рабочих примеров или если указано иное, все числа, выражающие количества ингредиентов или условия реакции, используемые в настоящем документе, следует понимать как измененные во всех случаях термином «приблизительно». Термин «приблизительно» в отношении числа или числового диапазона означает, что указанное число или числовой диапазон является приблизительным в пределах колебания показаний от эксперимента к эксперименту (или в пределах статистической экспериментальной ошибки), и, таким образом, число или числовой диапазон могут варьироваться в пределах от 1 % до 15 % от указанного числа или числового диапазона, что можно будет легко понять из контекста. Кроме того, любой диапазон значений, описанный в настоящем документе, определенно предназначен для включения ограничивающих значений диапазона и любого промежуточного значения или поддиапазона в пределах данного диапазона и все такие промежуточные значения и поддиапазоны раскрыты по отдельности и конкретно (*например,* диапазон от 1 до 5 включает 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,90, 4 и 5). Аналогичным образом, другие термины для указания степени, такие как «по существу» и «приблизительно», используемые в настоящем документе означают приемлемую величину отклонения измененного термина, которое существенно не изменяет конечный результат. Эти термины для указания степени следует истолковывать как включающие отклонение от измененного термина, например, такое как вплоть до 15 %, если это отклонение не отменяет значение термина, который он изменяет.

[00164] Несколько терминов направления, таких как «выше», «ниже», «нижний», «верхний», «вертикальный» и «горизонтальный», используются в настоящем документе для удобства, в том числе для ссылки на графические материалы. В общем, термины «верхний», «выше», «вверх» и подобные термины используются для обозначения направления вверх или верхней части по отношению к поверхности земли, как показано, например, на **фиг. 1А**. Подобным образом термины «нижний», «ниже», «вниз» и «низ» используются для обозначения направления вниз или нижней части по отношению к поверхности земли, например, как показано на **фиг. 1А**. Термин «вертикальный» используется в настоящем документе для обозначения направления, перпендикулярного горизонтальной поверхности земли, тогда как термин «горизонтальный» относится к направлению, параллельному относительно плоской поверхности земли при нулевом наклоне. Термины «проксимальный» и «дистальный», используемые в настоящем

документе, являются относительными терминами местоположения, относящимися к обычно проходящей в продольном направлении скважине, где проксимальное местоположение относится к местоположению ближе к отверстию скважины на поверхности земли, в то время как дистальное местоположение относится к местоположению, расположенному дальше от отверстия скважины на поверхности земли.

[00165] Если не указано иное, научные и технические термины, используемые в связи с описанными в настоящем документе формулировками, имеют значения, которые обычно понятны специалистам в данной области. Используемая в настоящем документе терминология предназначена для описания лишь конкретных вариантов осуществления не ограничивает рамки настоящего изобретения, которые определяются исключительно формулой изобретения.

[00166] Все публикации, патенты и патентные заявки, указанные в настоящем документе, включены в настоящий документ посредством ссылки во всей их полноте в той же степени, как если бы каждая отдельная публикация, патент или патентная заявка были специально указаны для включения в качестве ссылки во всей своей полноте.

[00167] В целом, конфигурации и способы добычи ресурсов по настоящему раскрытию могут использоваться для добычи подземных ресурсов. Реализация конфигураций и способов добычи ресурсов согласно настоящему раскрытию может привести к извлечению на поверхность несущих флюидов, содержащих подземные ресурсные материалы, такие как, но не ограничиваясь ими, минералы и другие ресурсные материалы.

[00168] В общих чертах, способы по настоящему раскрытию включают строительство и установку по меньшей мере двух скважинных колонн в подземную зону с участка на уровне земли, который упоминается в настоящем документе как «поверхностный участок», для извлечения интересующего ресурсного материала. Термин «скважинная колонна», используемый в настоящем документе, в целом относится к трубчатому подземному удлинению, обеспечивающему возможность протекания через него флюида. Трубчатое подземное удлинение скважинной колонны может быть сформировано подземной формацией, естественным образом окружающим трубчатое удлинение, и, таким образом, быть скважиной, или скважинная колонна может быть сформирована трубчатым устройством, например, обсадной колонной или хвостовиком, установленным для удлинения по меньшей мере частично, например, через первую секцию внутри скважины, пробуренной и выполненной с возможностью приема трубчатого устройства. Таким образом, следует понимать, что в целом скважина может быть построена так, чтобы содержать одну скважинную колонну, или скважина может быть построена так, чтобы содержать несколько скважинных колонн, путем установки в ней нескольких проходящих

под землей трубчатых устройств. Таким образом, в общих чертах, настоящее раскрытие включает бурение в подземную зону с поверхностного участка для извлечения интересующего ресурсного материала с использованием по меньшей мере одной скважины и установку в ней по меньшей мере двух трубчатых устройств для строительства двух скважинных колонн или бурение по меньшей мере двух скважин, чтобы тем самым установить две скважинной колонны.

[00169] Предпочтительно устанавливают первую скважинную колонну и вторую скважинную колонну. Первая и вторая скважинные колонны могут быть первой и второй скважинами, расположенными смежно друг с другом, или первой скважиной, содержащей первое и второе трубчатые устройства, проходящие в первую скважину. Трубчатое устройство может быть любым трубчатым корпусом, включая любой хвостовик, трубу, насосно-компрессорную трубу, обсадную колонну и т. п., которые могут служить в качестве патрубка для флюида. Трубчатое устройство может быть изготовлено с использованием любого подходящего материала, включая, например, сталь или пластик. Две скважинные колонны соединены между собой в дистальном узловом пространстве. Путь флюида формируется вниз от поверхности через первую скважинную колонну и вверх через дистальное узловое пространство и вторую скважинную колонну. В качестве альтернативы, путь флюида формируется вниз с поверхностного участка через вторую скважинную колонну и вверх через дистальное узловое пространство и первую скважинную колонну. Несущий флюид закачивают на поверхностном участке по путям флюида, чтобы, тем самым выщелачивать *на месте* ресурсный материал из ресурсной залежи в несущий флюид и циркулировать несущий флюид, содержащий ресурсный материал, к поверхности для обработки.

[00170] В другом предпочтительном варианте осуществления устанавливаются три скважинные колонны, в том числе третья скважинная колонна, которая может быть смежной или расположенной на расстоянии от первой и второй скважинных колонн, которые расположены смежно друг с другом. Третью скважинную колонну можно использовать для разведки и обнаружения подземных ресурсных материалов. Все три скважинные колонны соединены между собой в дистальном узловом пространстве. Пути флюида формируются вниз от поверхности через первую или вторую скважинную колонну и вверх через дистальное узловое пространство и первую или вторую скважинную колонну, которые не обеспечивали путь флюида вниз. Несущий флюид закачивают на поверхности по путям флюида, чтобы, тем самым выщелачивать *на месте* ресурсный материал из ресурсной залежи в несущий флюид и циркулировать несущий флюид, содержащий ресурсный материал, к поверхности для обработки.

[00171] Проблема многих известных способов и конфигураций для добычи ресурсов заключается в том, что добывается только небольшая часть ресурсных материалов ресурсной залежи. В то же время для добычи ресурсов требуется большая площадь поверхности земли, и часто используется автомобильный транспорт или трубопроводный транспорт флюидов между точками закачки и выпуска.

[00172] Еще одна проблема, связанная с известными способами добычи ресурсов, заключается в том, что большое количество загрязняющих материалов извлекается на поверхности вместе с ресурсным материалом. Таким образом, требуется отделение загрязняющих материалов от ресурсных материалов на поверхности. Кроме того, утилизация загрязняющих материалов часто негативно влияет на окружающую среду и может быть дорогостоящей.

[00173] Еще одна проблема, связанная с известными способами добычи ресурсов, заключается в том, что они в недостаточной степени позволяют отслеживать рабочие параметры и свойства ресурсного материала, что отрицательно влияет на эффективность операции добычи ресурсов на основе растворов, включая, например, скорость потока несущего флюида, температуру несущего флюида, температуру ресурсной залежи, соленость рассола и геометрию конфигураций скважины.

[00174] Еще одна проблема, связанная с известными способами добычи ресурсов, состоит в том, что они содержат один путь потока.

[00175] В одном аспекте по меньшей мере один из способов и конфигураций для добычи ресурсов по настоящему раскрытию позволяет добывать более существенное количество общего содержания ресурсов ресурсной залежи, в то же время используя более ограниченный поверхностный участок по сравнению с тем, который используется для традиционных способов добычи подземных ресурсов. Таким образом, например, с использованием способов и конфигураций по настоящему раскрытию, 1 квадратная миля (2,6 квадратных километра) или менее надземного поверхностного участка может быть использована для добычи на *месте* части подземной залежи поташа, и около квадратной мили размером, и, что удивительно, все или по существу все из всего доступного поташа может быть добыто из разрабатываемой залежи поташа. Ввиду ограниченного поверхностного участка, используемого для реализации конфигураций разработки месторождения согласно настоящему раскрытию, воздействие на окружающую среду, связанное с работой конфигураций разработки месторождения согласно настоящему раскрытию, является ограниченным. Кроме того, по сравнению с традиционными способами разработки месторождения используется меньше затрат, таких как вода и энергия.

[00176] В другом аспекте по меньшей мере один из способов по настоящему раскрытию может ограничивать количество загрязняющего материала, выносимого к поверхности, и, таким образом, может ограничивать затраты на утилизацию и снижать воздействие на окружающую среду операций по добыче, проводимых в соответствии со способами по настоящему раскрытию.

[00177] В другом аспекте по меньшей мере один из способов и конфигураций для добычи ресурсов по настоящему раскрытию дополнительно позволяет отслеживание многих рабочих параметров и свойств, включая, например, но не ограничиваясь ими, скорость потока растворителя, температуру растворителя, температуру ресурсной залежи, соленость рассола и геометрию каверны.

[00178] Кроме того, в другом аспекте по меньшей мере один из способов и конфигураций для добычи ресурсов по настоящему раскрытию обеспечивает возможность разработки нескольких путей потока.

[00179] Кроме того, в другом аспекте по меньшей мере один из способов и конфигураций для добычи ресурсов по настоящему изобретению обеспечивает возможность распределения несущего флюида и обработку выпускаемого несущего флюида в одном корпусе для флюида и, следовательно, не требуется автомобильного транспорта и ограниченного трубопроводного транспорта над поверхностью несущего флюида.

[00180] Далее со ссылками на графические материалы описываются примеры вариантов осуществления настоящего раскрытия. В частности, в этом отношении следует отметить, что варианты осуществления в целом включают выбор способов и конфигураций для добычи минеральных материалов из подземной минеральной залежи. Термины «минеральные материалы» и «минералы», используемые в настоящем документе, относятся к встречающимся в природе по существу однородным неорганическим твердым веществам, имеющим определенный химический состав и упорядоченное расположение атомов, обычно кристаллическим, и включают, без ограничения, силикаты, включая тектосиликаты, филлосиликаты, иносиликаты, циклосиликаты, соросиликаты и ортосиликаты, например; оксиды, включая, например, оксид алюминия, диоксид титана и оксид урана; галогениды, включая, например, хлорид калия и хлорид натрия; сульфаты, включая, например, сульфат кальция и сульфат бария; карбонаты, включая, например, карбонат натрия; фосфаты, включая фосфаты, принадлежащие к группе апатита, например фторапатит; химические элементы, включая металлические элементы, такие как, например, золото и серебро, и полуметаллические элементы, неметаллические элементы и металлические соединения, в частности,

например, сплавы. В дополнение к минеральным материалам, неминеральные ресурсные материалы также могут быть добыты с использованием конфигураций и способов настоящего раскрытия. Неминеральные ресурсы включают, но не ограничиваются ими, углеводородные ресурсы, такие как, например, нефть. Понятно, что хотя следующие примеры вариантов осуществления относятся к минеральным материалам, конфигурации по настоящему раскрытию могут также использоваться для добычи неминеральных подземных ресурсных материалов.

[00181] Реализация конфигураций и способов добычи ресурсов согласно настоящему раскрытию может привести к извлечению на поверхность несущих флюидов, содержащих подземные ресурсные материалы, такие как, один или большее количество минералов и другие представляющие интерес ресурсные материалы.

[00182] Представляющий интерес минерал или представляющий интерес ресурс может быть любым минералом или ресурсом, который можно растворить в растворяющем флюиде, закачиваемом в скважины. Минерал, составляющий минеральную залежь, может, например, быть эвапоритом, *т. е.* геологической минеральной залежью, сформированной в результате испарения морской воды. В конкретных примерах вариантов осуществления эвапорит может представлять собой, помимо прочего, например, поташ, трону, галит или гипс.

[00183] Используемый в настоящем документе термин «поташ» относится к минералу, содержащему калий. Калий может присутствовать в различных химических формах, в том числе, например, в форме хлорида калия (KCl), также упоминаемого в обычно встречающейся в природе кристаллической форме, как сильвит, гидроксид калия (KOH), карбонат калия (K_2CO_3), нитрат калия (KNO_3), хлорат калия ($KClO_3$), сульфат калия (K_2SO_4), перманганат калия ($KMnO_4$), карналлит ($KMgCl\text{-}6\cdot(H_2O)$), лангбейнит ($K_2Mg_2(SO_4)_3$), и полигалит ($K_2Ca_2Mg(SO_4)_4\cdot 2(H_2O)$), например.

[00184] Минеральная залежь, помимо одной или большего количества химических форм калия, может содержать другие химические соединения, включая хлорид натрия (NaCl), который также упоминается в обычной природной кристаллической форме, например, как галит.

[00185] В некоторых вариантах осуществления минеральные залежи могут содержать смесь минералов. Так, например, залежи калийных минералов обычно содержат смесь KCl (сильвит) и NaCl (галит). Калийные залежи могут, например, содержать от около 30 % до около 70 % KCl, с преобладанием остатка, содержащего NaCl вплоть до 100 %. В вариантах осуществления, в которых используется растворитель, насыщенный NaCl, по

мере того, как рассол мигрирует через минеральную залежь, KCl может растворяться в рассоле, в то время как пористая матричная структура NaCl может оставаться на месте.

[00186] Как правило, скважинные отверстия могут быть разделены любым подходящим расстоянием. В некоторых предпочтительных вариантах осуществления скважинное отверстие может быть отделено от другого скважинного отверстия на 50 м или менее, например, 45 м или менее, 40 м или менее, 35 м или менее, 30 м или менее, 25 м или менее, 20 м или менее, 15 м или менее, 10 м или менее, 5 м или менее или 2 м или менее, и скважины, которые находятся в пределах 50 м друг от друга, можно сказать, что они смежны одна с другой. Следует отметить, что в вариантах осуществления, где одна скважина содержит первое и второе трубчатые устройства, скважинные колонны могут быть особенно близки, и первое и второе трубчатые устройства могут контактировать друг с другом. В других вариантах осуществления любое скважинное отверстие описанных в настоящем документе конфигураций скважины может быть отделено от другого скважинного отверстия на по меньшей мере 75 м, по меньшей мере 100 м, по меньшей мере 200 м, по меньшей мере 300 м, по меньшей мере 400 м, по меньшей мере 500 м, по меньшей мере 750 м, по меньшей мере 1 км, по меньшей мере 1,5 км или по меньшей мере 2 км. Можно также использовать комбинации более близких и более дальних скважин.

[00187] В настоящем изобретении могут быть использованы вариации скважинных направлений. Скважины предпочтительно ориентированы по существу вертикально вниз (относительно поверхностного участка). Удлинения вертикальной скважины могут далее проходить поперечно в минеральную залежь и в целом в горизонтальном направлении по отношению к поверхностному участку, формируя в целом горизонтальные удлинения скважины. Хотя удлинения скважины преимущественно проходят в целом горизонтально, по длине удлинения скважины могут возникать некоторые локальные отклонения, например, в виде неровностей.

[00188] Как легко поймут специалисты в данной области техники, глубина скважины зависит от географического местоположения поверхностного участка, и от интересующей минеральной залежи или подземного ресурса. В некоторых местоположениях может потребоваться более глубокое бурение, чтобы достичь интересующей минеральной залежи или ресурса, в то время как в других местоположениях минеральная залежь может быть расположена ближе к поверхностному участку. В различных вариантах осуществления длина удлинений вертикальной скважины (глубина) может варьироваться от приблизительно 200 метров до приблизительно 3000 метров.

[00189] В общем виде на **фиг. 1A**, **1C** и **1E** показаны схематические виды в перспективе трех примеров конфигураций **100**, **101** и **102** добычи ресурсов согласно настоящему раскрытию. На **фиг. 2A-2S** показаны различные аспекты другого примера конфигурации **200** добычи ресурсов. На **фиг. 2A-2I, 2K-2S** показаны несколько схематических видов в перспективе (**фиг. 2A-2C** и **2N-2S**), видов в разрезе (**фиг. 2D-2I**) и видов в горизонтальном разрезе (**фиг. 2K-2M**), соответственно, примера конфигурации **200** добычи ресурсов в нескольких рабочих состояниях, соответствующих нескольким этапам реализации примера варианта осуществления способа согласно настоящему раскрытию. **Фиг. 2J** показывает собой вид в разрезе, аналогичный виду в разрезе, показанному на **ФИГ. 2I,** другой конфигурации разработки месторождения (не показана). **Фиг. 3A, 3C, 3D** и **3E** показывают схематические виды в перспективе примеров конфигураций **300, 301, 302** и **303** разработки месторождения, соответственно, согласно настоящему раскрытию. Подземный вид в горизонтальном разрезе конфигурации **300** разработки месторождения показан на **фиг. 3B**, и вид в горизонтальном разрезе примера конфигурации **303** разработки месторождения на **фиг. 3E** показан на **фиг. 3F.** Кроме того, на **фиг. 4A, 4B, 4C, 4D, 5A, 5B, 5C, 5D, 5E,** показаны виды в горизонтальном разрезе различных примеров вариантов осуществления **400**, **401**, **403**, **404**, **500**, **502, 504, 505**, **506**, а **на ФИГ. 6A, 6B, 6C** и **6D** показаны виды сверху примеров вариантов осуществления **601**, **602**, **603** и **604** соответственно.

[00190] Обратимся сначала к **фиг. 1A-1E**, на которых показаны примеры вариантов конфигураций **100**, **101** и **102** для добычи и извлечения минерального материала из подземной залежи (которую обычно называют минеральной залежью **140**) согласно настоящему раскрытию. Показаны поверхностный участок **s**, скважины **105**, **110**, имеющие скважинные отверстия **105o** и **110o**, соответственно. Для ясности следует отметить, что скважинные отверстия **105o** и **110o** в некоторых вариантах осуществления могут быть отдельно просверленными скважинами, тогда как в других вариантах осуществления скважинные отверстия **105o** и **110o** могут быть двумя отверстиями двух трубчатых устройств, установленных в одной скважине. В иллюстративных вариантах осуществления, показанных на приведенных в настоящем документе графических материалов, в целом показаны отдельные скважины, содержащие отдельные скважинные отверстия, причем каждая скважина формирует скважинную колонну. Однако следует понимать, что примеры вариантов осуществления, включающие одиночные скважины, в которых установлены две или большее количество скважинных колонн, также предназначены для включения в настоящий документ. Конфигурации **101** и **102** добычи ресурсов (**фиг. 1C** и **фиг. 1E**) дополнительно включают скважину **115**, имеющую

скважинное отверстие **115o**. Скважинные отверстия **105o** и **110o** расположены смежно друг с другом на поверхностном участке **s**, в то время как в конфигурации **101** добычи ресурсов скважинное отверстие **115o** удалено от скважинных отверстий **105o** и **110o** и в конфигурации **102** добычи ресурсов скважинное отверстие **115o** является смежным со скважинными отверстиями **105o** и **110o**. Скважины **105**, **110** и **115** бурятся через подземную часть **130** земли под поверхностным участком **s** и в минеральную залежь **140**, содержащую интересующий минерал.

[00191] Поверхностный участок **s** может быть любой надземной поверхностью земли, имеющей площадь любого размера. В некоторых вариантах осуществления поверхностный участок **s** может, например, представлять собой секцию земли, *т.е.* одну квадратную милю (2,6 квадратных километра). Следует отметить, что способы по настоящему раскрытию требуют небольшой поверхностный участок по сравнению с более традиционными операциями по разработке месторождений. Это ограничивает воздействие на окружающую среду и требования к вводу для эксплуатации конфигураций разработки месторождения согласно настоящему раскрытию. В целом, скважинные отверстия **105o** и **110o** отделены друг от друга на 50 м или менее, например, 45 м или менее, 40 м или менее, 35 м или менее, 30 м или менее, 25 м или менее, 20 м или менее, 15 м или менее, 10 м или менее, 5 м или менее или 2 м или менее, и таким образом, можно сказать, что скважины **105** и **110** смежны одна с другой. Скважинные отверстия **105o** и **110o** могут быть расположены на расстоянии от скважинного отверстия **115o**, например, на расстоянии по меньшей мере 75 м, по меньшей мере 100 м, по меньшей мере 200 м, по меньшей мере 300 м, по меньшей мере 400 м, по меньшей мере 500 м, по меньшей мере 750 м, по меньшей мере 1 км, по меньшей мере 1,5 км или по меньшей мере 2 км, как показано в конфигурации **100** добычи ресурсов. Скважины **105** и **110** содержат, по существу, вертикальные вниз (относительно поверхности **s**) удлинения **105a** и **110a** скважины, каждое из которых проходит в минеральную залежь **140**. Вертикальные удлинения **105a** и **110a** скважины на глубине **d** и точки **125a** и **125b** удлинения, соответственно, дополнительно проходят поперечно в минеральную залежь **140** и в целом в горизонтальном направлении относительно поверхностного участка **s**, формируя в целом горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважины, соответственно. Следует отметить, что, хотя удлинения **105b** и **110b** скважины проходят в основном горизонтально, могут иметь место некоторые локальные отклонения, например, в виде неровностей, которые могут возникать по длине удлинений **105b** и **110b** скважины. Глубина **d**, как легко поймут специалисты в данной области техники, зависит от географического положения поверхностного участка **s**, и минеральной залежи **140**. В некоторых местоположениях

может потребоваться более глубокое бурение, чтобы достичь минеральной залежи **140**, в то время как в других местоположениях минеральная залежь **140** может быть расположена ближе к поверхностному участку **s**. В различных вариантах осуществления длина удлинений **105a** и **110a** вертикальной скважины (*т.е.* глубина **d**) может находиться в диапазоне от приблизительно 300 метров до приблизительно 3000 метров. Так, например, в Саскачеване калийные залежи могут находиться на глубине **d** приблизительно 1000 метров, тогда как в регионах южнее Саскачевана глубина **d** обычно увеличивается. Следует также отметить, что термин «поперечно» в целом означает, что заданная секция скважины, которая проходит поперечно от конкретной секции скважины, означает, что заданная секция скважины в целом имеет направленную ось, которая отличается от продольной оси этой конкретной секции скважины.

[00192] Далее отмечается, что трехмерная форма ресурсных залежей может варьироваться. Таким образом, ресурсная залежь может, например, присутствовать в основном в горизонтальном слое, или ресурсная залежь может, например, присутствовать в слое с общим наклоном вверх или вниз по отношению к поверхностному участку **s**, или, например, ресурсная залежь может присутствовать в слое, формирующем одну или большее количество волнообразных форм. Поперечные направления удлинений **105b** и **110b** скважины могут быть выбраны в зависимости от формы ресурсной залежи. Таким образом, например, когда залежи присутствуют в по существу горизонтальном слое, удлинения **105b** и **110b** скважины могут быть выбраны так, чтобы они были расположены в целом горизонтально относительно поверхностного участка **s**. В вариантах осуществления, в которых залежи присутствуют в слое с углом наклона в целом направленным вверх или вниз, например, удлинения **105b** и **110b** скважины могут быть выбраны так, чтобы они проходили в целом под одним и тем же углом. В вариантах осуществления, в которых залежь может находиться в слое с одной или большим количеством волнообразных форм, например, удлинения **105b** и **110b** скважины могут быть построены ниже впадины волны (волн) или так, чтобы соответствовать контурам волны (волн). Таким образом, специалисты в данной области техники смогут выбрать соответствующие поперечные направления для удлинений **105b** и **110b** скважины на основании в целом трехмерной формы минеральной залежи **140**.

[00193] Как отмечалось выше, поверхностный участок **s** может составлять одну квадратную милю или меньше. Аналогичным образом, подземный горизонтальный поверхностный участок части минеральной залежи **140**, в которой проходят горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважины, может составлять одну квадратную милю или меньше, *например*, около три четверти квадратной мили или меньше, половину

квадратной мили или меньше, или даже четверть квадратной мили или меньше. В других вариантах осуществления могут использоваться более крупные поверхностные участки, например, поверхностный участок в пределах от около 25 квадратных миль (5 на 5 миль) до около 4 квадратных миль (2 на 2 мили), *например*, поверхностный участок около 25 квадратных миль, около 16 квадратных миль, около 9 квадратных миль или около 4 квадратных миль. Как будет очевидно специалистам в данной области техники, в вариантах осуществления, в которых минеральная залежь расположена под не горизонтальным углом по отношению к поверхностному участку **s**, и в которых удлинения **105b** и **110b** скважины проходят поперечно в негоризонтальном направлении, например, под углом 45 градусов относительно поверхностного участка **s**, подземный горизонтальный поверхностный участок части минеральной залежи **140**, в которой проходят горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважины, меньше, чем горизонтальный поверхностный участок части минеральной залежи **140**, в которой горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважины одинаковой длины расположены горизонтально относительно поверхностного участка **s**.

[00194] Горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважины соединяются в дистальном узловом пространстве **120**. Кроме того, горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважины плоско расположены между точками **125a** и **125b** удлинений и дистальным узловым пространством **120** таким образом, что они вместе образуют кольцевидное удлинение, и, кроме того, таким образом, что разделяющая часть **145** минеральной залежи **140**, разделяет горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважины и охватывается ими. Разделяющая часть **145**, в целом, может быть названа частью минеральной залежи **140**, которая расположена между горизонтальными удлинениями **105b** и **110b** скважины и окружена ими, и разделяющая часть **145** проходит от точек **125a** и **125b** удлинений до дистального узлового пространства **120**. Разделяющая часть **145** может разделять горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважины, например, на 15 м, 25 м, 50 м, 100 м, 150 м, 200 м или до 1 км и может изменяться по мере операций добычи в соответствии с настоящим документом, как поясняется далее.

[00195] Минерал, представляющий интерес, может быть любым минералом, который может быть растворен в растворяющем флюиде, закачиваемом в скважины **105**, **110** или **115**, как дополнительно поясняется далее. Таким образом, минерал, составляющий минеральную залежь **140**, может, например, содержать, без ограничения, эвапорит, *т. е.* геологическую минеральную залежь, сформированную в результате испарения морской воды. В конкретных примерах вариантов осуществления эвапорит может представлять собой поташ, трону, галит или гипс. Минеральная залежь **140**, помимо одной или

большего количества химических форм калия, может содержать другие химические соединения, включая хлорид натрия (NaCl), который также упоминается в обычной природной кристаллической форме, например, как галит.

[00196] Как правило, для построения конфигурации **100** добычи ресурсов (**фиг. 1A**) скважины **105** и **110** бурятся смежно одна с другой. В частности, скважины **105** и **110** бурятся таким образом, что их первая часть (*т.е.* первые части **105a** и **110a** соответственно) проходит по существу вертикально с поверхностного участка **s** в минеральную залежь **140**. В точках **125a** и **125b** удлинений, соответственно, скважины **105** и **110** затем дополнительно бурятся в первом и втором поперечных направлениях, соответственно, для формирования вторых частей **105b** и **110b** скважины **105** и **110**, соответственно, и проходят кольцевидно, формируя плоскость между ними, в которой расположена разделяющая часть **145**. Вторые части **105b** и **110b** дистально соединяются, формируя дистальное узловое пространство **120** в минеральной залежи **140**.

[00197] В целом, для построения конфигурации **101** добычи ресурсов (**фиг. 1C**) сначала бурят разведочную скважину **115**, а скважины **105** и **110** бурят после завершения бурения скважины **115**. Скважина **115** проходит с поверхностного участка **s** в минеральную залежь **140** и в дистально первоначально формирует дистальное узловое пространство **120** в минеральную залежь **140**. Следует отметить, что геометрия дистального узлового пространства **120** может варьироваться, но в целом включает в себя дистальную часть скважины **115**, включая боковые стенки и торцевую стенку (не показана) скважины **115**. Дистальные боковые стенки могут представлять собой часть боковых стенок скважины **115**, проходящую вверх от дистальной торцевой стенки скважины **115**, например, на расстояние от около одного метра до 25 метров. Доступ к дистальному узловому пространству **120** можно получить с поверхностного участка **s**, с использованием разведовательного оборудования, и известные способы могут быть использованы для разведки минеральной залежи **140** и обнаружения минеральных материалов. Так, например, растворитель может быть введен в дистальное узловое пространство **120** через скважину **115** для заполнения дистального узлового пространства **120** или его части. После растворения некоторого количества минерального материала из стенки каверны дистального узлового пространства **120** образец растворителя с растворенным в нем минералом может быть доставлен на поверхностный участок **s** для анализа, например, на соленость или содержание минерала. Кроме того, образцы керна горных пород могут быть получены из дистального пространства **120** и доставлены на поверхностный участок **s** для исследования. Кроме того, геологическая информация о минеральной залежи **140**, такая как, например, сейсмическая информация, может быть получена посредством доступа к

узловому пространству **120** через скважину **115**. Таким образом, будет понятно, что после бурения скважины **115** можно провести анализ минеральной залежи **140** и обнаружить присутствие в ней минеральных компонентов, и оценить другие геологические параметры минеральной залежи **140**. После подтверждения наличия минерального материала и оценки других геологических параметров, если необходимо, скважины **105** и **110** могут быть пробурены, как указано выше, таким образом, что скважины **105** и **110** дистально заканчиваются в дистальном узловом пространстве **120**, чтобы тем самым собрать конфигурацию **101** добычи ресурсов. Следует отметить, что для обеспечения того, чтобы вертикальные секции скважин **105** и **110** дистально заканчивались в дистальном узловом пространстве **120**, с поверхности в дистальное узловое пространство **120** может быть вставлен электромагнитный излучатель. Электромагнитные волны, излучаемые излучателем, создают направленный маяк, к которому можно направить бурильное оборудование, оснащенное приемной антенной, по мере бурения скважин **105** и **110**. Средства электромагнитной телеметрии известны специалистам в данной области техники, см., *например*, патентную заявку США, с номером публикации 2008/0068211.

[00198] В альтернативной конфигурации **102** добычи ресурсов (**фиг. 1E**) скважина **115** бурится на поверхностном участке **s**, смежном со скважинами **105** и **110,** например, в пределах 100 м от скважин **105** и **110.** Скважина **115** находится ниже поверхностного участка **s** и ориентирована так, чтобы соединиться с дистальным узловым пространством **120**, например, проходя по криволинейному пути, как показано на **фиг. 1E.** Специалистам в данной области техники будет понятно, что вариант осуществления **102** позволяет ограничить операции на поверхностном участке **s** меньшим поверхностным участком, чем поверхностный участок, который потребовался бы для операций на поверхности в соответствии с вариантом осуществления **101**. Следует отметить, что конфигурация **102** может эксплуатироваться от одиночной кустовой площадки **160**, расположенной на поверхности **s**.

[00199] В целом, для бурения скважин **105**, **110** и **115** может использоваться обычное буровое оборудование и методы, включая буровые установки и буровые инструменты, такие как буровое оборудование с приводом от бурового раствора и буровые долота, обычно известные специалистам в этой области техники. Так, например, можно использовать обычное буровое оборудование, такое как оборудование, используемое при бурении нефтяных скважин, например, долота типа «рыбий хвост» для бурения мягких пород и вращающиеся трехшарошечные или другие подходящие долота для бурения твердых пород. Для бурения обломочных или карбонатных осадочных пород могут использоваться обычные буровые растворы или системы буровых растворов на водной

основе. При бурении через минеральные залежи можно использовать флюиды не на водной основе, например, эмульсионные буровые растворы, минеральное масло или дизельное топливо, чтобы избежать вымывания ресурсного материала, если материал растворим в воде, и избежать расширение скважины. При наклонно-направленном бурении забойной сборкой, использующую управляемое буровое долото, приводимое в действие давлением бурового раствора, можно непрерывно управлять, в то время как ее местоположение и направление регистрируются. Гироскопические компасы, содержащиеся в бурильной трубе, можно использовать для более или менее постоянного измерения наклона и отклонения бурового долота. Кроме того, управление направлением может быть облегчено с помощью оборудования и методов измерения во время бурения (MWD) или каротажа во время бурения (LWD), использующих, например, датчики гамма-излучения и методы электромагнитной телеметрии, как обычно известно специалистам в данной области техники.

[00200] Направления бурения могут быть выбраны на основе сейсмических данных, применимых к поверхностному участку и нижележащим залежам. Кроме того, информация о направлении и команды управления могут передаваться в цифровом виде вверх или вниз по столбу бурового раствора с использованием кодирования импульсов давления через буровой раствор. Кроме того, методы MWD и LWD, известные специалистам в данной области техники, позволяют осуществлять непрерывный анализ горной породы без необходимости отбора образцов керна. По данным LWD можно непрерывно отслеживать физические свойства породы, чтобы позволить бурение скважины через желаемое стратиграфическое местоположение и достичь минеральной залежи **140**. Более сложные данные каротажа, собранные после завершения бурения, могут обеспечить более полную геологическую интерпретацию. При бурении рядом с минеральной залежью **140** или через нее можно использовать колонковые коронки с системами сбора колонкового бура для отбора проб породы для химического и геологического анализа по мере необходимости.

[00201] Диаметры скважины при бурении могут изменяться и могут составлять, например, от 0,2 м до 0,5 м, и в целом уменьшаются по мере того, как скважина проходит вниз от поверхности.

[00202] Обратимся теперь к **фиг. 2A-2S**, на которых показан пример варианта конфигурации **200** добычи ресурсов для добычи и извлечения минерала в различных состояниях примера способа добычи и извлечения минерального материала из минеральной залежи **140**.

[00203] Обратимся сначала к **фиг. 2A-2C**, на которых показаны схематические виды в перспективе первого, второго и третьего состояний при выполнении примера способа. Поверхностный участок **s** содержит смежные скважины **105** и **110** и скважину **115**, которая расположена на расстоянии от скважин **105** и **110**. Каждая скважина **105**, **110** и **115** бурится с поверхностного участка **s** через часть **130** земли и проходит в минеральную залежь **140**. Скважины **105** и **110** первоначально проходят по существу вертикально вниз с поверхностного участка **s**, и затем проходят дальше поперечно, каждая в несколько расходящихся направлениях, и по существу горизонтально относительно поверхностного участка **s** в точках **125a** и **125b** удлинений. Скважина **115** проходит вертикально с поверхностного участка **s** на глубину **d** в минеральную залежь **140** и заканчивается дистально в дистальном узловом пространстве **120**. Скважины **105** и **110** также соединяются в дистальном узловом пространстве **120**. Можно сказать, что по существу горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважин совместно образуют кольцевидную сборку между проксимальными точками **125a** и **125b** удлинений и дистальным узловым пространством **120**.

[00204] Следует отметить, что удлинение **105a** скважины и первая секция удлинения **105b** скважины обсажены обсадной колонной **206**, при этом обсаженная секция заканчивается в точке **206e**. Остальная часть удлинения **105b** скважины не обсажена или обсажена проницаемым материалом, таким как обсадная колонна с множеством отверстий в боковых стенках, например прорезями, формирующими хвостовик с прорезями, которые могут образовывать рисунок. Аналогичным образом удлинение **110a** скважины и первая секция удлинений **110b** скважины обсажены обсадной колонной **211**, при этом обсаженная секция заканчивается в точке **211e**. (см.: дополнительно **фиг. 2D-2I**, обсуждаемые ниже). Термины «обсадная колонна» и «обсаженная» в отношении скважины означают, что ствол скважины облицован таким образом, что предотвращается контакт флюида между стенкой скважины и флюидом, мигрирующим через скважину. Материал обсадной колонны, который можно использовать, обычно известен специалистам в данной области техники и включает, например, стальную обсадную колонну. Таким образом, следует понимать, что в вариантах осуществления настоящего документа, в которых одна скважина содержит несколько трубчатых устройств, т. е. несколько обсадных колонн, такие несколько трубчатых устройств могут частично проходить в поперечные секции **105b** и **110b**, но в целом значительная часть секции не обсажена или обсажена проницаемым материалом.

[00205] Далее показанное на **фиг. 2A-2C**, представляет собой путь **210** флюида через минеральную залежь **140**, который сформирован вниз с поверхностного участка **s**

скважиной **105** и дистальным узловым пространством **120** (например, которое похоже на каверну) и скважиной **110**. Будет ясно, если в показанном примере конфигурации скважины **105** и **110** расположены на расстоянии около 1,5 км от скважины **115**, часть пути **210** флюида между точками **125a**, **125b** удлинений и дистальным узловым пространством **120** будет иметь длину приблизительно 3 км. В других вариантах осуществления скважины **105** и **110** могут быть разнесены дальше, например, на 3 км от скважины **115**, тогда часть пути **210** флюида между точками **125a**, **125b** удлинений и дистальным узловым пространством **120** имеет длину приблизительно 6 км. Конфигурация **200** добычи ресурсов позволяет закачку на поверхностном участке **s** несущего флюида **F** через поверхностное скважинное устье **105o** и поток несущего флюида **F** вдоль первой части пути **210** флюида через дистальное узловое пространство **120**, а затем через вторую часть пути **210** флюида и затем назад вверх к поверхностному участку **s** через поверхностное скважинное устье **110o**. Чтобы использовать конфигурацию **200** добычи ресурсов для добычи минерала, несущий флюид **F**, который является растворителем, в котором могут растворяться минеральные материалы минеральной залежи **140**, закачивается в поверхностное скважинное устье **105o**, что приводит к поверхностному контакту между несущей жидкостью **F** и стенками **225** скважин **105**, **110** и дистального узлового пространства **120**. Можно сказать, что в результате такого контакта минеральный материал минеральной залежи **140** выщелачивается *на месте* из минеральной залежи **140,** особенно стенок **225** скважин **105**, **110** и дистального узлового пространства **120**, в несущий флюид **F.** Поскольку в этом примере варианта осуществления ресурсный материал представляет собой минерал, несущий флюид **F** в целом выбирается как растворитель, в котором минеральный материал может растворяться для формирования рассола, как дополнительно описано ниже.

[00206] Обратимся теперь к **фиг. 2B**, на которой показано второе состояние конфигурации **200** добычи ресурсов, следующее за прохождением значительного количества растворителя и рассола по пути **210** флюида. Отмечено, что внутренняя геометрия скважин **105**, **110** и дистального узлового пространства **120** расширилась в результате растворения минерального материала стенок **225** в растворителе и выпуска рассола на поверхностный участок **s** через поверхностное скважинное устье **110o**. В целом можно сказать, что стенки **225** удлинений **105b** и **110b** скважины расширяются в поперечном и радиальном направлении. Кроме того, объем дистального узлового пространства **120** увеличился для формирования каверны **230**, нижняя часть которой называется отстойником **235**, и в которой могут выпадать в осадок и осаждаться

нерастворенные минералы. Также следует отметить, что разделяющая часть **145** минеральной залежи **140** уменьшилась в размере в результате радиального расширения стенок **225** по существу горизонтальных удлинений **105b** и **110b** скважины.

[00207] Обратимся теперь к **фиг. 2C**, на которой показано третье состояние конфигурации **200** добычи ресурсов. Продолжающаяся закачка несущего флюида **F** в поверхностное скважинное отверстие **105o** приводит к нисходящему потоку растворителя через скважину **105** через каверну **230**, вдоль скважин **105** и **110** вверх к поверхностному участку **s** для выпуска несущего флюида **F** через поверхностное скважинное устье **110o** соответственно. По мере того как несущая жидкость **F** течет по пути **210** потока флюида, стенки **225** по существу горизонтальных удлинений **105b** и **110b** скважины постепенно расширяются в поперечном и радиальном направлении, в то время как внутренняя геометрия каверны **230** увеличивается.

[00208] Виды в горизонтальном разрезе первого, второго и третьего состояний, показанные на **фиг. 2A, 2B** и **2C** показаны на **фиг. 2K, 2L** и **2M** соответственно.

[00209] Следует отметить, что для работы конфигурации **200** добычи ресурсов в устьях **105o**, **110o** и **115o** скважинных отверстий могут быть установлены узлы устья скважины (не показаны) для управления потоком и давлением флюида. Дополнительное оборудование, которое может быть установлено на участках поверхности **s**, прилегающих к устьям **105o**, **110o** и **115o** скважинных отверстий, что может быть частью узлов устья скважины, включая, помимо прочего, насосы для флюидов, резервуары для флюидов, включая оборудование для нагрева флюидов, запорные клапаны и оборудование для измерения потока.

[00210] Обратимся теперь к **фиг. 2D-2I**, на которых показаны виды в вертикальном разрезе через минеральную залежь **140**, включая удлинения **105b** и **110b** скважины, в каждом из трех состояний, показанных на **фиг. 2A-2C**. Эти виды в вертикальном разрезе включают удлинения **105b** и **110b** скважины, содержащие обсадные колонны **206** и **211** соответственно (см. **фиг. 2D, 2E, 2F**), и виды в вертикальном разрезе, включая необсаженные удлинения **105b** и **110b** скважины (см. **фиг. 2G, 2H, 2I**). Как видно, ширина **w1** и **w3** обсаженных частей удлинений **110b** и **105b** скважины, соответственно, не меняется между тремя различными состояниями, показанными на **фиг. 2A-2C**. В различных вариантах осуществления ширины **w1** и **w3** могут варьироваться, например, от около 3 см до около 40 см. Следовательно, расстояние **d2** между смежными участками внешней стенки стенок **225** удлинений **105b** и **110b** скважины не изменяется. Напротив, ширина **w4** необсаженных частей удлинения **105b** скважины увеличивается до **w4'** (**фиг. 2H**) и **w4''** (**фиг. 2I**), поскольку происходит выщелачивание *на месте* минерального

материала, в то время как, аналогичным образом, ширина **w6** необсаженных частей удлинения **110b** скважины увеличивается до **w6'** (**фиг. 2H**) и **w6''** (**фиг. 2I**). Таким образом, из-за постепенного радиального расширения стенок **225** необсаженных частей удлинений **105b** и **110b** скважины смежные частями внешней стенки для стенок **225** удлинений **105b** и **110b** скважины становятся ближе друг к другу по мере того, как происходит выщелачивание *на месте* минерального материала. Увеличение ширины **w4** и **w6** происходит за счет разделяющей части **145**, размер которой уменьшается, что обозначено уменьшением расстояния **d5**, **d5'** и **d5''** между смежными частями внешней стенки для стенок **225** удлинений **105b** и **110b** скважины, так как происходит выщелачивание *на месте* минерального материала.

[00211] Следует отметить, что части **105b** и **110b** представляют собой части породной формации **140**, которые были пробурены, тогда как выщелоченные части **105'** и **110b'** представляют собой части породной формации **140**, которые были выщелочены *на месте*. Части **105b** и **110b** являются по существу полыми. Однако выщелоченные части **105'** и **110b'** могут быть более или менее пористыми. В частности, если породная формация **140** содержит различные химические компоненты, например, кристаллический хлорид калия и хлорид натрия, селективное выщелачивание *на месте* может привести к удалению хлорида калия в растворитель по мере циркуляции растворителя и сохранению хлорида натрия *на месте,* например, в виде пористой матрицы хлорида натрия. Таким образом, способы по настоящему изобретению могут ограничивать количество загрязняющих материалов, добываемых на поверхностный участок **s**.

[00212] Следует отметить, что обычно ожидается, что расширение скважины в поперечном направлении будет опережать расширение скважины в вертикальном направлении, так что по мере удлинения способа добычи ресурсов ширина **w** необсаженных частей скважин **105b** и **110b** увеличивается больше, чем их высота **h** (указано на **фиг. 2I-2J**), например, до 2x, 5x, 10x, 20x или более раз. Так, например, высота может удвоиться, в то время как ширина может увеличиться в около 3 раз, около 4 раз, около 5 раз или около 10 раз. В некоторых вариантах осуществления может быть достигнута высота **h** до 5 м и ширина **w** до 100 м или даже больше.

[00213] Обращаясь теперь к **фиг. 2J**, следует отметить, что для иллюстрации общих принципов в соответствии с раскрытием геометрии на **фиг. 2D – 2I** были представлены в виде геометрий правильной формы. Однако при реализации способов по настоящему раскрытию более неправильная геометрия, например, как показано на **фиг. 2J**, может развиваться для выщелоченных частей **105b'** и **110b',** поскольку выщелачивание *на месте* минерального материала происходит из первоначальных удлинений **105b** и **110b**

скважины. Развитие точной геометрии, как будет понятно специалистам в данной области техники, может зависеть от подземных условий *на месте* и параметров, связанных с несущим флюидом **F** и его распределением, таких как, например, химические составляющие и скорость потока несущего флюида **F**.

[00214] Также следует отметить, что изменения ширины (**w**) внутри удлинений **105b** и **110b** скважины могут возникать в зависимости от того, рассматривается ли поперечное сечение ближе к проксимальному концу (*т. е.* ближе к точкам **125a**, **125b** удлинений) этих удлинений скважины или рассматривается поперечное сечение ближе к дистальному концу (*т. е.* ближе к дистальному узловому пространству **120**) этих удлинений скважины. В некоторых вариантах осуществления после периода выщелачивания *на месте*, как, *например*, показано на **фиг. 2C**, ширина (**w**) удлинений **105b** и **110b** скважины может постепенно уменьшаться при продольном пересечении удлинений **105b** скважины через дистальное узловое пространство **120** и затем до **110b,** когда скважина **105** используется для закачки несущего флюида **F**, а скважина **110** используется для извлечения несущего флюида **F**. Постепенное уменьшение ширины (**w**) может происходить в результате того, что несущий флюид **F** постепенно насыщается минеральным материалом, выщелоченным *на месте*, по мере того, как несущий флюид **F** следует через путь флюида сначала через **105b**, а затем через **110b**, и чем более насыщенным становится несущий флюид **F**, тем менее эффективным будет выщелачивание *на месте* минерального материала из минеральной залежи **140** в несущий флюид **F.**

[00215] Обращаясь снова к **фиг. 2A-2C**, дополнительно отмечено, что задачей обсадных колонн **206** и **211** является защита подчасти **149** разделяющей части **145**, расположенной смежно с точками **125a** и **125b** удлинений, и предотвращение флюидного контакта между флюидом в удлинителях **105b** и **110b** скважины в результате постепенного радиального расширения удлинений **105b** и **110b** скважины. Такой контакт флюида считается нежелательным, поскольку он будет мешать потоку переносимого флюида **F** вдоль пути **210** флюида. Чтобы построить обсаженные секции, удлинения **105b** и **110b** скважины, как правило, расположены под углом друг к другу, так что продольные оси обсаженных секций удлинений **105b** и **110b** скважины образуют угол, составляющий по меньшей мере около 30 градусов и до около 90 градусов. Длина обсадной колонны может варьироваться, но обычно составляет по меньшей мере около 10 метров и может достигать около 150 метров.

[00216] Обращаясь теперь к различным условиям и параметрам, которые могут быть выбраны для работы конфигураций и способов добычи ресурсов в соответствии с настоящим изобретением, следует отметить, что несущий флюид **F** выбирается в

зависимости от добываемого ресурсного материала, как будет понятно специалистам в данной области техники. В целом считается выгодным, чтобы несущий флюид **F** выбирался в качестве растворителя, в котором ресурсный материал может растворяться. Так, например, когда ресурсный материал представляет собой минерал, в качестве несущего флюида **F** может быть выбран водный раствор, в котором растворяется минерал. В одном варианте осуществления для закачки можно использовать практически чистый растворитель, например, практически чистый водный раствор, такой как вода или пар. Несущий флюид **F** может быть введен в жидкой форме, однако в других вариантах осуществления несущий флюид **F** может быть нагрет и введен в виде водяного пара или пара. В дополнительных вариантах осуществления несущий флюид **F** может представлять собой гель или суспензию.

[00217] В других вариантах осуществления в качестве растворителя можно использовать раствор хлорида натрия (NaCl), например, насыщенный раствор NaCl, или раствор хлорида калия (KCL), или раствор, содержащий NaCl и KCl. Возможными добавками, которые могут быть включены, являются NaOH и соли марганца. Эти растворители особенно полезны, когда добываемым ресурсом является поташ. Следует отметить, что растворитель, в котором растворены минералы, может называться рассолом.

[00218] В вариантах осуществления, где извлекаются неминеральные материалы, могут быть выбраны другие несущие флюиды **F.** Так, например, при добыче углеводородов может оказаться выгодным использовать менее полярный несущий флюид или добавлять в несущий флюид **F** диспергаторы для облегчения растворения ресурсного материала.

[00219] Далее отмечается, что в некоторых вариантах осуществления ресурсный материал может не растворяться или может плохо растворяться в несущий флюид **F**, и вместо этого несущий флюид **F** может служить средой для транспортировки ресурсного материала в нерастворенной форме, например, в форме твердых частиц, взвешенных в несущем флюиде **F**.

[00220] В другом аспекте температура растворителя несущего флюида **F** может варьироваться, и может использоваться предварительно нагретый (или предварительно охлажденный) несущий флюид, имеющий температуру в диапазоне, например, от приблизительно 10 °C до около 110 °C или даже выше, когда несущий флюид **F** закачивается в виде водяного пара или пара. Отмечено, что температуры *на месте* на глубине, например, от 1000 м до 3000 м от поверхностного участка **s**, как правило, выше, чем на поверхностном участке **s**, и могут варьироваться, например, от около 25 °C до около 80 °C. Таким образом, температура несущего флюида может постепенно

повышаться по мере того, как он закачивается с поверхностного участка **s** и мигрирует к минеральной залежи **140**. В вариантах осуществления в настоящем документе, где добывают поташ в форме KCl, более высокие температуры растворителя, например, превышающие 50 °C, в целом считаются полезными, поскольку растворимость KCl в водных растворах в целом увеличивается. Таким образом, в некоторых вариантах осуществления в скважину **105** может быть закачан нагретый растворитель.

[00221] В целом, концентрация минерала, растворенного в растворителе, увеличивается вдоль пути **210** флюида. Однако в то же время скорость растворения минерала обычно уменьшается по мере того, как рассол становится насыщенным растворенным минеральным материалом. Дальнейшее снижение скорости растворения и снижение максимальной концентрации насыщения также в целом происходит по мере снижения температуры рассола. Таким образом, в вариантах осуществления, где используется нагретый растворитель, скорость растворения может снижаться по мере того, как растворитель мигрирует вдоль пути **210** потока. Скоростью потока флюида можно управлять с поверхностного участка **s** с помощью насосной системы (не показана), функционально установленной на поверхностном участке **s**, или скважинной насосной системы, установленной в скважину **105**.

[00222] В некоторых вариантах осуществления минеральная залежь **140** может содержать смесь минералов. Так, например, залежи калийных минералов обычно содержат смесь KCl (сильвит) и NaCl (галит). Калийные залежи могут, например, содержать от около 30 % до около 70 % KCl, с преобладанием остатка, содержащего NaCl вплоть до 100 %. В вариантах осуществления, в которых используется растворитель, насыщенный NaCl, по мере того, как рассол мигрирует через минеральную залежь **140**, KCl может растворяться в рассоле, в то время как пористая матричная структура NaCl может оставаться на месте.

[00223] В некоторых вариантах осуществления первоначально несущий флюид **F** закачивается через поверхностное скважинное устье **105o**, и поток флюида устанавливается для достижения определенной скорости потока. Первоначально время прохождения, *т. е.* время, необходимое несущему флюиду **F** для миграции из скважины **105o** в скважину **110o**, в целом короче и может составлять, например, около 3 – 6 часов. Время прохождения постепенно увеличивается по мере увеличения объемов горизонтальных удлинений **105b** и **110b** скважины и может увеличиваться, например, до 24 часов, 48 часов, 60 часов, 120 часов, 240 часов или более в зависимости от ширин горизонтальных удлинений **105b** и **110b** скважины.

[00224] В целом, ширина горизонтальных удлинений **105b**, **110b** скважины определяется таким образом, чтобы могла оставаться значительная часть разделяющей части **145**. Так, например, способы, описанные в настоящем документе, могут быть выполнены таким образом, что расстояние **d** между по существу горизонтальными удлинениями **105b** и **110b** скважины может составлять не менее чем 100 м, не менее чем 50 м или не менее чем 25 м во время способов. Следует отметить, что ширина горизонтальных удлинений **105b**, **110b** скважины может отслеживаться посредством доступа к дистальному узлу **120**. Как только достигается определенная ширина, циркуляция флюида может быть остановлена, и после этого флюид может оставаться застойным в течение определенного периода времени, например, по меньшей мере один день, несколько дней (*например*, 2, 3, 4, 5, 6 или 7 дней), по меньшей мере одну неделю, несколько недель (*например*, 2, 3 или 4 недели), по меньшей мере один месяц или несколько месяцев (например, 2, 3, 4, 6, 9 или 12 месяцев) вдоль пути потока без организации для восходящего потока, чтобы пропитать и дополнительно облегчить выщелачивание *на месте* ресурсного материала. После этого поток флюида вверх через поверхностное скважинное устье **110o** может быть инициирован с поверхностного участка **s**.

[00225] В некоторых вариантах осуществления скважины **105**, **110** или дистальное узловое пространство **120** дробятся перед закачкой растворителя с использованием, например, взрывчатых веществ для разрушения частей удлинений **105b**, **110b** скважины или дистального узлового пространства **120**.

[00226] Несущий флюид **F**, выпускаемый из скважинного устья **110o**, может быть использован для извлечения ресурсного материала на поверхностном участке **s**, например, путем кристаллизации минералов, присутствующих в рассоле, и отделения кристаллизованного минерального материала от указанного флюида, и/или отделения минералов друг от друга; например, поташ можно отделить от хлорида натрия. Таким образом, операции по извлечению минерала на поверхностном участке **s** могут быть организованы, например, в непосредственной близости от скважинного устья **110o**. Методы извлечения минералов известны специалистам в данной области и включают, например, использование кристаллизаторов рассола.

[00227] В некоторых вариантах осуществления скважина **115** используется для отслеживания за одним или большим количеством подземных параметров, относящихся к минеральной залежи **140**, путем доступа к узловой каверне **230** с помощью отслеживающего устройства через скважину **115** и размещения отслеживающего устройства в узловой каверне **230**, например, в отстойнике **235**. Различные параметры

могут отслеживаться таким образом с использованием определенных типов датчиков и оборудования, известных специалистам в данной области техники. К ним относятся, например, соленость растворителя, нерастворенный хлорид натрия в растворителе, скорость потока растворителя, давление растворителя, температура растворителя, электропроводность (как мера общего содержания растворенных солей), радиоактивность (для измерения KCl), фотоэлектрическое поглощение и поглощение нейтронов и геометрия скважины. Операции по добыче ресурсов, такие как поток флюида, например, могут быть отрегулированы в результате такого отслеживания.

[00228] Следует отметить, что различные конфигурации добычи ресурсов в соответствии с настоящим раскрытием допускают различные пути потока, как показано в примерах на **фиг. 2N-2S**. Таким образом, например, в одном, некоторых или во всех вариантах осуществления конфигураций ресурсов, описанных в настоящем документе, поток флюида по пути **210** флюида может периодически изменяться на противоположное. Таким образом, например, поверхностное скважинное отверстие **105o** после использования в течение первого периода времени для входа флюида (см.: **F1** на **фиг. 2N**) может использоваться в течение второго периода времени для выхода флюида (см.: **F2** на **фиг. 2O**), и, наоборот, поверхностное скважинное отверстие **110o** может в течение первого периода времени использоваться для выхода флюида (см.: **F2** на **фиг. 2O**), а затем в течение второго периода времени использоваться для входа флюида (см.: **F1** на **фиг. 2N**). Для одного, некоторых или всех вариантов осуществления, описанных в настоящем документе, периодичность изменения направления потока флюида может варьироваться и может выбираться по желанию. Например, может быть выбрана периодичность 1 день, 1 неделя, 1 месяц или 3 месяца. Кроме того, для одного, некоторых или всех описанных в настоящем документе вариантов осуществления периодичность может быть дополнительно выбрана в зависимости от времени прохождения, которое, как отмечалось выше, может варьироваться. Также могут быть реализованы более короткие периодичности, например периодичность 1 час, 6 часов или 12 часов. Таким образом, например, поток флюида может быть изменен на противоположное после завершения, например, 2, 3 или 4 времен прохождения. Таким образом можно управлять геометрией и ростом узловой каверны **230**. В частности, реверсирование потока флюида может поддерживать ширину по существу горизонтальных удлинений **105a** и **110b** более или менее одинаковой по всей длине этих удлинений. Кроме того, при операциях добычи калийных ресурсов реверсирование потока может привести к перераспределению осажденного галита, который в противном случае может мешать потоку флюида, блокируя поровые пространства, образовавшиеся в результате растворения KCl.

[00229] В дополнительном варианте осуществления путь потока флюида можно изменить на противоположный, используя скважинное отверстие **115o** в качестве точки входа флюида и используя скважинные отверстия **105o** и/или **110o** в качестве точки выхода флюида, как показано на **фиг. 2P** и **2Q**. Таким образом, на **фиг. 2P**, поверхностное скважинное отверстие **115o** используется для входа флюида (**F1**), а поверхностные скважинные отверстия **105o** и **110o** используются для выхода флюида (**F2**, **F3** соответственно). На **фиг. 2Q** поверхностное скважинное отверстие **115o** используется для входа флюида (**F1**), а поверхностное скважинное отверстие **110** используется для выхода флюида (**F2**), и при этом отмечается, что клапан регулирования потока, закрытый на поверхностном участке **s**, предотвращает поток флюида вверх через поверхностное скважинное отверстие **105o**. Реверсирование потока, созданное в соответствии с вариантами осуществления, показанными на **фиг. 2P** и **2Q**, может оказаться полезным для добычи ресурсного материала ближе к дистальным концам удлинений **105b** и **110b** скважины и для разработки отстойника **235**, где, как отмечалось выше, может осаждаться и накапливаться нежелательный минеральный материал. В частности, в случаях, когда насыщение рассола происходит на дистальных концах удлинений **105b** и **110b** скважины, что приводит к ограниченной добыче минерала на этих дальних концах при использовании скважинных отверстий **105o** и/или **110o**, добыча все же может быть достигнута на этих дальних концах, когда скважинное отверстие **115o** используется в качестве точки входа флюида, и рассол, содержащий относительно низкие концентрации добытого минерала, сначала мигрирует через дистальные части удлинений **105b** и **110b** скважины. Кроме того, работа этого альтернативного пути флюида может привести к дополнительному расширению по ширине дистальных частей удлинений **105b** и **110b** скважины, и, таким образом, работа этого альтернативного пути флюида позволяет дополнительно управлять развитием геометрии удлинений **105b** и **110b** скважины.

[00230] Дальнейшие примеры путей потока показаны на **фиг. 2R-2S**, где на **фиг. 2R**, поверхностные скважинные отверстия **105o** и **110o** используются для входа флюида (**F1**, **F2** соответственно), а поверхностное скважинное отверстие **115o** с используется для выхода флюида (**F3**). На **фиг. 2S** поверхностное скважинное отверстие **105o** используется для входа флюида (**F1**), а поверхностное скважинное отверстие **115o** используется для выхода флюида (**F2**), и при этом отмечается, что клапан регулирования потока, закрытый на поверхностном участке **s**, предотвращает поток флюида вверх через поверхностное скважинное отверстие **110o**. Вышеизложенное является лишь некоторыми примерами работающих каналов флюида, которые могут использоваться в сочетании с примером конфигурации **200** добычи ресурсов согласно настоящему раскрытию. Специалистам в

данной области техники понятно, что другие пути флюида, которые могут использоваться в сочетании с конфигурацией **200** добычи ресурсов, пути потока флюида, показанные на **фиг. 2N-2S** не претендуют на исчерпывающую полноту, так как могут быть и другие действующие пути флюида, и все они могут использоваться в соответствии с настоящим изобретением. Кроме того, следует отметить, что число возможных путей флюида еще больше, когда в соответствии с настоящим документом используются более сложные конфигурации добычи ресурсов, такие как конфигурации **300**, **301**, **302** и **303** добычи ресурсов, показанные, например, на **фиг. 3A-3F**.

[00231] Следует отметить, что смежное расположение скважин **105** и **110** позволяет работу скважин **105** и **110** с одной кустовой площадки на поверхностном участке **s**, расположенном у скважинных отверстий **105o** и **110o** (см. **фиг. 1A-1B**), тем самым ограничивая необходимость транспортировки флюидов, используемых в работе конфигураций добычи ресурсов по настоящему изобретению. Таким образом, строительство трубопроводов на поверхностном участке **s** и работа насосов или транспортировка флюидов грузовиками могут быть ограничены. Кроме того, при работе при более низких температурах удается избежать потерь тепла выпускаемого рассола, что, в свою очередь, может улучшить способ извлечения полезных ископаемых, поскольку многие способы извлечения минералов требуют, чтобы извлеченный рассол имел более высокую температуру, например, 50 °C, 60 °C, или выше. Следует отметить, что в этом отношении варианты осуществления, содержащие одну скважину, в которой установлены две или большее количество скважинных колонн, могут обеспечивать превосходную изоляцию и, таким образом, обеспечивать извлеченный рассол, имеющий более высокие температуры.

[00232] Обратимся теперь к **фиг. 3A-3F**, на которых показаны дополнительные конфигурации **300** (**фиг. 3A-3B**), **301** (**фиг. 3C**) и **302** (**фиг. 3D**) добычи ресурсов. Конфигурация **300** добычи ресурсов выполнена таким образом, чтобы содержать второе по существу горизонтальное удлинение **105c** скважины, проходящее от вертикального удлинения **105a** скважины для скважины **105**, и второе по существу горизонтальное удлинение **110c** скважины, проходящее от вертикального удлинения **110a** скважины для скважины **110**. Горизонтальные удлинения **105c** и **110c** скважины соединяются во втором дистальном узловом пространстве **310**. Горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважины плоско расположены между точками **125a** и **125b** удлинений и дистальным узловым пространством **120** таким образом, что они вместе образуют кольцевидное удлинение, и, кроме того, таким образом, что разделяющая часть **145** минеральной залежи **140**, разделяет и окружена или охвачена горизонтальными удлинениями **105b** и **110b**

скважины. Аналогичным образом, горизонтальные удлинения **105c** и **110c** скважины плоско расположены между точками **125a** и **125b** удлинений и дистальным узловым пространством **310** таким образом, что они вместе образуют другое кольцевидное удлинение, и, кроме того, таким образом, что разделяющая часть **145b** минеральной залежи **140**, разделяет и окружена или охвачена горизонтальными удлинениями **105c** и **110c** скважины. Кроме того, по существу вертикальная скважина **305**, расположенная на расстоянии от скважин **105**, **110** и **115**, заканчивается в удаленном узловом пространстве **310**. Вид в горизонтальном поперечном разрезе на глубине d конфигурации **300** показан на **фиг. 3B**. Следует отметить, что воображаемая прямая линия l может быть проведена от первого дистального узлового пространства **120** приблизительно через точки **125a** и **125b** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310**. Конфигурация **300** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s** через удлинение **105a** скважины, а затем оба удлинения **105b** и **105c** скважины, и вверх через дистальное узловое пространство **120** и **310**, соответственно, через удлинения **110b** и **110c** скважины и вверх к поверхностному участку **s** через удлинение **110a** скважины. Следует отметить, что части **105b'**, **105c**, **110b'** и **110c'** (см. **фиг. 3B**) горизонтального удлинения **105b**, **105c**, **110b** и **110c** скважины являются обсаженными секциями, в то время как остальные части горизонтального удлинения **105b**, **105c**, **110b** и **110c** скважины являются обсаженными.

[00233] Обращаясь теперь к **фиг. 3C**, конфигурация **301** добычи ресурсов выполнена так, чтобы включать в себя дополнительные точки **125aa** и **125bb** удлинений, которые служат в качестве точек удлинений для удлинений **105d** и **110d** скважины таким образом, что они образуют еще одно кольцевидное удлинение, и, кроме того, таким образом, что разделяющая часть **145c** минеральной залежи **140** разделяет и окружается (например, охватывается) горизонтальным удлинением **105d** и **110d** скважины. Кроме того, скважина **315** заканчивается в дистальном узловом пространстве **320**. Следует отметить, что дистальное узловое пространство **310** и горизонтальные удлинения **105c** и **110c** скважины расположены на глубине **d1**, тогда как дистальное узловое пространство **310** и горизонтальные удлинения **105c** и **110c** скважины расположены на глубине **d2**. Таким образом, конфигурация **301** добычи ресурсов позволяет разработку минеральной залежи **140** на двух разных глубинах относительно поверхностного участка **s**. Соответственно, в различных вариантах осуществления может быть реализовано множество точек удлинений на множестве глубин, чтобы, таким образом, обеспечить добычу ресурсов на множестве глубин относительно поверхностного участка **s**.

[00234] Обратимся теперь к **фиг. 3D**, показывающей конфигурацию **302** добычи ресурсов, которая очень похожа на конфигурацию **301** добычи ресурсов на **фиг. 3C**, позволяющую добычу ресурсов минеральной залежи **140** на двух различных глубинах, **d1** и **d2**, относительно поверхностного участка **s**. Однако в конфигурации **302** добычи ресурсов вместо двух удлинений **315** и **320** скважины, проходящих до дистальных узловых пространств **310** и **320**, конфигурация **302** добычи ресурсов содержит одно удлинение **330** скважины, проходящее с поверхностного участка **s** до обоих дистальных узловых пространств **310** и **320**. Следует отметить, что концевая секция **330e** удлинения **330** скважины соединена с дистальными узловыми пространствами **310** и **320** для установления подземного флюидного сообщения между дистальными узловыми пространствами **310** и **320.**

[00235] Обратимся теперь к **фиг. 3E-3F**, на которых показана конфигурация **303** добычи ресурсов, которая содержит горизонтальные удлинения **105b**, **110b** и **105c**, **110c** скважины, которые выполнены аналогично горизонтальным удлинениям **105b**, **110b** и **105c**, **110c** в конфигурации **300** добычи ресурсов (**фиг. 3A-3B**). Однако конфигурация **303** добычи ресурсов содержит 2 пары скважин (**105, 110**) и (**105', 110'**). Пара скважин (**105, 110**) содержит вертикальные удлинения **105a** и **110a** скважины, проходящие вертикально с поверхностного участка **s** к точкам **125a** и **125b** удлинений и далее проходящие горизонтально от точек **125a** и **125b** удлинений, формируя горизонтальные удлинения **105c** и **110c** скважины и соединяющиеся в дистальном узловом пространстве **310**. Пара скважин (**105', 110'**) содержит вертикальные удлинения **105a'** и **110a'** скважины, проходящие вертикально с поверхностного участка **s** к точкам **125a'** и **125b'** удлинений и далее проходящие горизонтально от точек **125a'** и **125b'** удлинений, формируя горизонтальные удлинения **105b** и **110b** скважины и соединяющиеся в дистальном узловом пространстве **120**. Следует отметить, что в конфигурации **303** добычи ресурсов пары скважин (**105, 110**) и (**105' 110'**) флюидно не связаны ниже поверхностного участка **s**, и каждая из пар скважин (**105, 110**) и (**105' 110'**) может работать независимо. По желанию над поверхностным участком **s** может быть установлено постоянное или временное флюидное соединение (не показано).

[00236] Обратимся теперь к **фиг. 4A-4D**, на которых показаны дополнительные конфигурации **400**, **401**, **403** и **404** добычи ресурсов согласно настоящему раскрытию. Обратимся сначала к **фиг. 4A**, на которой показана конфигурация **400** добычи ресурсов, показанная в начальном состоянии (**I**), из которого развиваются два альтернативных состояния (**II**) и (**III**). Состояние (**I**) соответствует состоянию, когда ограниченное количество минерального материала было добыто из горизонтальных удлинений **105b**,

110b, **105c** и **110c** скважины. После периода добычи минерала в соответствии с описанными в настоящем документе способами ширина горизонтальных удлинений **105b**, **110b**, **105c** и **110c** скважины увеличивается, как в целом показано ранее на **фиг. 2A-2C**. Для развития состояния (**II**) из состояния (**I**) каждое из горизонтальных удлинений **105b**, **110b**, **105c** и **110c** скважины, имеющих точки **125a'**, **125b'**, **125a** и **125b** удлинений, соответственно, закрываются с помощью клапана регулирования потока, установленного внутри удлинений **105b**, **110b**, **105c** или **110c** скважины или на поверхностном участке **s**. Новые горизонтальные удлинения **105b2**, **110b2**, **105c2** и **110c2**, включая точки **125a2'**, **125b2'**, **125a2** и **125b2** удлинения, соответственно расположенные внутри относительно **105b**, **110b**, **105c** и **110c**, пробуриваются и эксплуатируются, по существу, как описано выше. Следует отметить, что при отсутствии клапанов регулирования расхода, установленных внутри удлинений **105b**, **110b**, **105c** или **110c** скважины или на поверхностном участке **s**, скважины также могут быть закрыты другими способами, например, путем установки цементной пробки.

[00237] Следует отметить, что дополнительный альтернативный вариант осуществления может быть разработан, начиная с состояния (**I**), путем бурения одного дополнительного горизонтального удлинения скважины, *например*, только **110b2** или только **105b2** через разделяющую часть **145**, или только **105c2** или только **110c2** через разделяющую часть **145b** для соединения с дистальными узловыми полостями **120** и **310**, соответственно, и использовать такую одну дополнительную горизонтальную скважину в сочетании с существующим горизонтальным удлинением **105b** и/или **110b** скважины; или **105c** и/или **110c** в качестве пути потока (теперь показано). Клапаны регулирования потока, установленные в удлинениях **105b**, **110b**, **105c** или **110c** скважины или на поверхностном участке **s**, могут использоваться для закрытия **105b** или **110b**, или **105c** или **110c**.

[00238] Для развития состояния (**III**) из состояния (**I**) каждое из горизонтальных удлинений **105b**, **110b**, **105c** и **110c** скважины, закрываются с помощью клапана регулирования потока, установленного внутри удлинений **105b**, **110b**, **105c** или **110c** скважины или на поверхностном участке **s**. Новые горизонтальные удлинения **105b3**, **110b3**, **105c3** и **110c3**, включая точки **125a3'**, **125b3'**, **125a3** и **125b3** удлинения, расположенные снаружи относительно **105b**, **110b**, **105c** и **110c**, пробуриваются и эксплуатируются, по существу, как описано выше. Состояния (**II**) и (**III**) допускают дальнейшую добычу минеральной залежи **140** с использованием существующих вертикальных скважин.

[00239] Обратимся теперь к **фиг. 4B**, на которой показана другая конфигурация **401** добычи ресурсов, содержащая четыре дистальных узловых пространства **120**, **310**, **450** и

460, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105b**, **105c**, **105d** и **105e**, соответственно, проходящей от точки **125a** удлинения и по существу горизонтальные скважины **110b**, **110c**, **110d** и **110e**, проходящие от точки **125b** удлинения. Конфигурация **402** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s** через точку **125a** удлинения через оба удлинения **105b**, **105c**, **105d** и **105e** скважины к дистальным узловым пространствам **120**, **310**, **450** и **460**, а затем вверх через точку **125a** удлинения к поверхностному участку **s**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1** может быть проведена от первого дистального узлового пространства **120** через точки **125a** и **125b** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310**, а вторая воображаемая прямая линия **l2** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **450** приблизительно через точки **125a** и **125b** удлинений к четвертому дистальному узловому пространству **460.**

[00240] Обратимся теперь к **фиг. 4C**, на которой показана другая конфигурация **403** добычи ресурсов, содержащая восемь дистальных узловых пространств **420**, **421**, **422, 423**, **424**, **425, 426** и **427**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальным удлинением **405b**, **405c**, **405d**, **105e**, **405f**, **405g**, **405h** и **405i** скважины, соответственно, проходящей от точки **125a** удлинения и по существу горизонтальным удлинением **410b**, **410c**, **410d**, **410e**, **410f**, **410g** и **410i**, скважины, соответственно, проходящие от точки **125b** удлинения. Следует отметить, что, например, обсаженные секции **406f** и **411f** и необсаженные секции **407f** и **412f** горизонтальных удлинений **405f** и **410f** скважины были обозначены для иллюстративных целей. Обсаженные и необсаженные секции для других горизонтальных удлинений скважины также показаны на **фиг. 4C**, однако они не пронумерованы, чтобы не загромождать фигуру. Конфигурация **403** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя через удлинения **405b**, **405c**, **405d**, **405e**, **405f**, **405g**, **405h** и **405i** скважины вниз от поверхностного участка **s** к дистальным узловым пространствам **420**, **421**, **422, 423**, **424**, **425, 426** и **427,** а потом вверх через удлинения **410b**, **410c**, **410d**, **410e**, **410f**, **410g**, **410h** и **410i** скважины к поверхностному участку **s**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1** может быть проведена из первого дистального узлового пространства **420** приблизительно через точки **125a** и **125b** удлинений в пятое дистальное узловое пространство **424**, вторая воображаемая прямая линия **l2** может быть проведена из второго дистального узлового пространства **421** приблизительно через точки **125a** и **125b** удлинений до шестого дистального узлового пространства **425,** третья воображаемая прямая **l3** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **422**

приблизительно через точки **125a** и **125b** удлинений до шестого дистального узлового пространства **426,** и четвертая воображаемая прямая линия **l4** может быть проведена из четвертого дистального узлового пространства **423** приблизительно через точки **125a** и **125b** удлинений в шестое дистальное узловое пространство **427.**

[00241] Обратимся теперь к **фиг. 4D**, на которой показана другая конфигурация **404** добычи ресурсов на приблизительно квадратной площади поверхностного участка **s**, содержащей восемь дистальных узловых пространств **420-2**, **421-2**, **422-2, 423-2**, **424-2**, **425-2, 426-2** и **427-2**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальным удлинением **405b-2**, **405c-2**, **405d-2**, **105e-2**, **405f-2**, **405g-2**, **405h-2** и **405i-2** скважины, соответственно, проходящим от точки **125a-2** удлинения и по существу горизонтального удлинения **410b-2**, **410c-2**, **410d-2**, **410e-2**, **410f-2**, **410-2**, **410h-2** и **410i-2** скважины, соответственно, проходящим от точки **125b-2** удлинения. Следует отметить, что одно из каждой пары по существу горизонтальных удлинений (**405b-2**, **410b-2**), (**405c-2**, **410c-2**), (**405d-2**, **410d-2**), (**405e-2**, **410e-2**), (**405f-2**, **410f-2**), (**405g-2**, **410g-2**), (**405h-2**, **410h-2**) и (**405i-2**, **410i-2**) скважины, состоит из двух разных частей, каждая из которых проходит в другом направлении. В качестве примера, обозначенного на **фиг. 4D** представляют собой по существу горизонтальную скважину **405b-2**, содержащую секцию **405b-2a**, от которой в поперечном направлении проходит секция **405b-2b**; и по существу горизонтальную скважину **410e-2**, содержащую секцию **410e-2a**, от которой в поперечном направлении проходит секция **410e-2b**. Конфигурация **404** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя через удлинения **405b-2**, **405c-2**, **405d-2**, **405e-2**, **405f-2**, **405g-2**, **405h-2** и **405i-2** скважины вниз от поверхностного участка **s** к дистальным узловым пространствам **420-2**, **421-2**, **422-2, 423-2**, **424-2**, **425-2, 426-2** и **427-2**, а затем вверх через удлинения **410b-2**, **410c-2**, **410d-2**, **410e-2**, **410f-2**, **410g-2**, **410h-2** и **410i-2** скважины к поверхностному участку **s**. Отмечается, что воображаемые диагональные линии **l5** и **I7**, проходящие из углов приблизительно квадратной области на поверхностном участке **s** и воображаемые диагональные линии **I6** и **I8** делят поверхностный участок **s** на четыре квадрата одинакового размера и не пересекают ни одно из по существу горизонтальных удлинений скважины.

[00242] Отмечено, что порядок реализации или работы пар горизонтальных скважин (**405b-2**, **410b-2**), (**405c-2**, **410c-2**), (**405d-2**, **410d-2**), (**405e-2**, **410e-2**), (**405f-2**, **410f-2**), (**405g-2**, **410g-2**), (**405h-2 410h-2**) и (**405i-2 410h-2**) может быть изменен. Так, например, все горизонтальные скважины (**405b-2**, **410b-2**), (**405c-2**, **410c-2**), (**405d-2**, **410d-2**), (**405e-2**, **410e-2**), (**405f-2**, **410f-2**), (**405g-2**, **410g-2**), (**405h-2 410h-2**) и (**405i-2 410h-2**) могут быть построены, а затем работа всех может следовать более или менее одновременно, или

некоторых, но не всех, пар горизонтальных удлинений (**405b-2**, **410b-2**), (**405c-2**, **410c-2**), (**405d-2**, **410d-2**), (**405e-2**, **410e-2**), (**405f-2**, **410f-2**), (**405g-2**, **410g-2**), (**405h-2 410h-2**) и (**405i-2 410h-2**) скважины могут быть первоначально построены и введены в эксплуатацию, а на более позднем этапе могут быть построены и введены в эксплуатацию дополнительные удлинения скважины. Соответственно, в разные моменты времени пары горизонтальных удлинений (**405b-2**, **410b-2**), (**405c-2**, **410c-2**), (**405d-2**, **410d-2**), (**405e-2**, **410e-2**), (**405f-2**, **410f-2**), (**405g-2**, **410g-2**), (**405h-2 410h-2**) и (**405i-2 410h-2**) скважины могут находиться на разных стадиях эксплуатации.

[00243] Изобретатели определили, что реализация конфигурации **404** добычи ресурсов, показанная на **фиг. 4D** на секции земли (1 квадратная миля), позволит разработать восемь по существу горизонтальных секций скважины (*например*, **405b-2** и **410b-2** вместе), каждая длиной 1367 метров, предполагая диаметр окружности **480** в 636 метров, включающих обсаженные секции. Каждая по существу горизонтальных секций скважины может достигать ширины до около от 50 м до 100 м. Подсчитано, что в вариантах осуществления, где поташ добывается до приблизительно по меньшей мере 40 %, по меньшей мере 50 %, по меньшей мере 75 % и до 100 % от общего количества доступного поташа в пределах секции на глубине, может быть извлечено реализованной конфигурацией **404** добычи ресурсов. Для аналогичной конструкции, основанной на шести, по существу горизонтальных секциях скважины (не показаны), изобретатели определили, что до по меньшей мере 40 %, по меньшей мере 50 %, по меньшей мере 75 % и до 100 % общего доступного поташа может быть извлечено на поверхностном участке **s**. Следует отметить, что процент общего доступного поташа, который может быть добыт с использованием конфигурации **403** на **фиг. 4C** несколько ниже, чем когда используется конфигурация **404** на **фиг. 4D**.

[00244] Как отмечалось выше, в других вариантах осуществления конфигурация **404** добычи ресурсов, показанная на **фиг. 4D**, может быть реализована таким образом, что горизонтальные секции скважины (*например*, **405b-2** и **410b-2**, объединены) проходят дальше, например, на 2 мили, 3 мили или 4 мили.

[00245] Обратимся теперь к **фиг. 5A**, на которой показана конфигурация **500** добычи ресурсов, содержащая группу из девяти подконфигураций **402a**, **402b**, **402c**, **402d**, **402e**, **402f**, **402g**, **402h** и **402i** добычи ресурсов, выполненных ниже поверхностных участков **s1**, **s2**, **s3**, **s4**, **s5**, **s6**, **s7**, **s8** и **s9** соответственно, и нижележащие подземные пространства, связанные с этими поверхностными участками. Как отмечалось выше, в некоторых вариантах осуществления поверхностные участки **s1**, **s2**, **s3**, **s4**, **s5**, **s6**, **s7**, **s8** и **s9** могут представлять собой отдельные секции земли. Подконфигурация **402a** добычи ресурсов

содержит четыре дистальных узловых пространства **120a**, **310a**, **450a** и **460a**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105ba**, **105ca**, **105da** и **105ea**, соответственно, проходящей от точки **125aa** удлинения, и по существу горизонтальной скважиной **110ba**, **110ca**, **110da** и **110ea**, соответственно, проходящей от точки **125ba** удлинения. Конфигурация **402a** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s1** через оба удлинения **105ba**, **105ca**, **105da** и **105ea** скважины к дистальным узловым пространствам **120a**, **310a**, **450a** и **460a** через удлинения **110ba**, **110ca**, **110da** и **110ea** скважины, а затем вверх к поверхностному участку **s1**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1a** может быть проведена от первого дистального узлового пространства **120a** приблизительно через точки **125aa** и **125ba** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310a**, а вторая воображаемая прямая линия **l2a** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **450a** приблизительно через точки **125aa** и **125ba** удлинений к четвертому дистальному узловому пространству **460a.**

[00246] Подконфигурация **402b** добычи ресурсов содержит четыре дистальных узловых пространства **120b**, **310b**, **450b** и **460b**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105bb**, **105cb**, **105db** и **105eb**, соответственно, проходящей от точки **125ab** удлинения, и по существу горизонтальной скважиной **110bb**, **110cb**, **110db** и **110eb**, соответственно, проходящей от точки **125bb** удлинения. Конфигурация **402b** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s2** через удлинения **105bb**, **105cb**, **105db** и **105eb** скважины к дистальным узловым пространствам **120b**, **310b**, **450b** и **460b** через удлинения **110bb**, **110cb**, **110db** и **110eb** скважины, а затем вверх к поверхностному участку **s2**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1b** может быть проведена от первого дистального узлового пространства **120b** приблизительно через точки **125ab** и **125bb** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310b**, а вторая воображаемая прямая линия **l2b** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **450b** приблизительно через точки **125ab** и **125bb** удлинений к четвертому дистальному узловому пространству **460b.**

[00247] Подконфигурация **402c** добычи ресурсов содержит четыре дистальных узловых пространства **120c**, **310c**, **450c** и **460c**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105bc**, **105cc**, **105dc** и **105ec**, соответственно, проходящей от точки **125ac** удлинения, и по существу горизонтальной скважиной **110bc**, **110cc**, **110dc** и **110ec**, соответственно, проходящей от точки **125bc**

удлинения. Конфигурация **402c** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s3** через удлинения **105bc**, **105cc**, **105dc** и **105ec** скважины к дистальным узловым пространствам **120c**, **310c**, **450c** и **460c** через удлинения **110bc**, **110cc**, **110dc** и **110ec** скважины, а затем вверх к поверхностному участку **s3**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1c** может быть проведена от первого дистального узлового пространства **120c** приблизительно через точки **125ac** и **125bc** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310c**, а вторая воображаемая прямая линия **l2c** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **450c** приблизительно через точки **125ac** и **125bc** удлинений к четвертому дистальному узловому пространству **460c.**

[00248] Подконфигурация **402d** добычи ресурсов содержит четыре дистальных узловых пространства **120d**, **310d**, **450d** и **460d**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105bd**, **105cd**, **105dd** и **105ed**, соответственно, проходящей от точки **125ad** удлинения, и по существу горизонтальной скважиной **110bd**, **110cd**, **110dd** и **110ed**, соответственно, проходящей от точки **125bd** удлинения. Конфигурация **402d** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s4** через удлинения **105bd**, **105cd**, **105dd** и **105ed** скважины к дистальным узловым пространствам **120d**, **310d**, **450d** и **460d** через удлинения **110bd**, **110cd**, **110dd** и **110ed** скважины, а затем вверх к поверхностному участку **s4**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1d** может быть проведена от первого дистального узлового пространства **120d** приблизительно через точки **125ad** и **125bd** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310d**, а вторая воображаемая прямая линия **l2d** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **450d** приблизительно через точки **125ad** и **125bd** удлинений к четвертому дистальному узловому пространству **460d.**

[00249] Подконфигурация **402e** добычи ресурсов содержит четыре дистальных узловых пространства **120e**, **310e**, **450e** и **460e**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105be**, **105ce**, **105de** и **105ee**, соответственно, проходящей от точки **125ae** удлинения, и по существу горизонтальной скважиной **110be**, **110ce**, **110de** и **110ee**, соответственно, проходящей от точки **125be** удлинения. Конфигурация **402e** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s5** через удлинения **105be**, **105ce**, **105de** и **105ee** скважины к дистальным узловым пространствам **120e**, **310e**, **450e** и **460e** через удлинения **110be**, **110ce**, **110de** и **110ee** скважины, а затем вверх к поверхностному участку **s5**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1e** может быть проведена от

первого дистального узлового пространства **120e** приблизительно через точки **125ae** и **125be** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310e**, а вторая воображаемая прямая линия **l2e** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **450e** приблизительно через точки **125ae** и **125be** удлинений к четвертому дистальному узловому пространству **460e.**

[00250] Подконфигурация **402f** добычи ресурсов содержит четыре дистальных узловых пространства **120f**, **310f**, **450f** и **460f**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105bf**, **105cf**, **105df** и **105ef**, соответственно, проходящей от точки **125af** удлинения, и по существу горизонтальной скважиной **110bf**, **110cf**, **110df** и **110ef**, соответственно, проходящей от точки **125bf** удлинения. Конфигурация **402f** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s6** через оба удлинения **105bf**, **105cf**, **105df** и **105ef** скважины к дистальным узловым пространствам **120f**, **310f**, **450f** и **460f** через удлинения **110bf**, **110cf**, **110df** и **110ef** скважины, а затем вверх к поверхностному участку **s6**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1a** может быть проведена от первого дистального узлового пространства **120f** приблизительно через точки **125af** и **125bf** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310f**, а вторая воображаемая прямая линия **l2f** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **450f** приблизительно через точки **125af** и **125bf** удлинений к четвертому дистальному узловому пространству **460f.**

[00251] Подконфигурация **402g** добычи ресурсов содержит четыре дистальных узловых пространства **120g**, **310g**, **450g** и **460g**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105bg**, **105cg**, **105dg** и **105eg**, соответственно, проходящей от точки **125ag** удлинения, и по существу горизонтальной скважиной **110bg**, **110cg**, **110dg** и **110eg**, соответственно, проходящей от точки **125bg** удлинения. Конфигурация **402g** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s7** через удлинения **105bg**, **105cg**, **105dg** и **105eg** скважины к дистальным узловым пространствам **120g**, **310g**, **450g** и **460g** через удлинения **110bg**, **110cg**, **110dg** и **110eg** скважины, а затем вверх к поверхностному участку **s7**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1g** может быть проведена от первого дистального узлового пространства **120g** приблизительно через точки **125ag** и **125bg** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310g**, а вторая воображаемая прямая линия **l2g** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **450g** приблизительно через точки **125ag** и **125bg** удлинений к четвертому дистальному узловому пространству **460g.**

[00252] Подконфигурация **402h** добычи ресурсов содержит четыре дистальных узловых пространства **120h**, **310h**, **450h** и **460h**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105bh**, **105ch**, **105dh** и **105eh**, соответственно, проходящей от точки **125ah** удлинения, и по существу горизонтальной скважиной **110bh**, **110ch**, **110dh** и **110eh**, соответственно, проходящей от точки **125bh** удлинения. Конфигурация **402h** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s8** через удлинения **105bh**, **105ch**, **105dh** и **105eh** скважины к дистальным узловым пространствам **120h**, **310h**, **450h** и **460h** через удлинения **110bh**, **110ch**, **110dh** и **110eh** скважины, а затем вверх к поверхностному участку **s8**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1h** может быть проведена от первого дистального узлового пространства **120h** приблизительно через точки **125ah** и **125bh** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310h**, а вторая воображаемая прямая линия **l2h** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **450h** приблизительно через точки **125bh** и **125bh** удлинений к четвертому дистальному узловому пространству **460h.**

[00253] Подконфигурация **402i** добычи ресурсов содержит четыре дистальных узловых пространства **120i**, **310i**, **450i** и **460i**, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105bi**, **105ci**, **105di** и **105ei**, соответственно, проходящей от точки **125ai** удлинения, и по существу горизонтальной скважиной **110bi**, **110ci**, **110di** и **110ei**, соответственно, проходящей от точки **125bi** удлинения. Конфигурация **402i** добычи ресурсов может обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s9** через удлинения **105bi**, **105ci**, **105di** и **105ei** скважины к дистальным узловым пространствам **120i**, **310i**, **450i** и **460i** через удлинения **110bi**, **110ci**, **110di** и **110ei** скважины, а затем вверх к поверхностному участку **s9**. Следует отметить, что первая воображаемая прямая **l1i** может быть проведена от первого дистального узлового пространства **120i** приблизительно через точки **125ai** и **125bi** удлинений ко второму дистальному узловому пространству **310i**, а вторая воображаемая прямая линия **l2i** может быть проведена от третьего дистального узлового пространства **450i** приблизительно через точки **125ai** и **125bi** удлинений к четвертому дистальному узловому пространству **460i.**

[00254] Обратимся теперь к **фиг. 5B**, на которой показана конфигурация **502** добычи ресурсов, содержащая группу из пяти подконфигураций **402j**, **402k**, **402l**, **402m** и **402n** добычи ресурсов, выполненных ниже поверхностного участка **s10**. Как отмечалось выше, в некоторых вариантах осуществления поверхностный участок **s10** может представлять собой участок земли. Каждая из подконфигураций **402j**, **402k**, **402l**, **402m** и **402n** добычи

ресурсов содержит одно дистальное узловое пространство **120aa**, **120ab**, **120ac, 120ad** и **120ae**, соответственно, каждое из которых представляет собой точку контакта между по существу горизонтальной скважиной **105baa**, **105bab**, **105bac**, **105bad** и **105bae**, соответственно, проходящей от точек **125aaa**, **125aab**, **125aac**, **125aad** и **125aae** удлинений, и по существу горизонтальной скважиной **110baa**, **110bab**, **110bac**, **110bad** и **110bae** соответственно, проходящей от точек расширения **125baa, 125bab**, **125bac**, **125bad** и **125bae**. Каждая из подконфигураций **402j**, **402k**, **402l**, **402m** и **402n** добычи ресурсов может по отдельности обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s10** через удлинения **105baa**, **105bab**, **105bac, 105bad** и **105bae** скважины, соответственно, к дистальным узловым пространствам **120aa**, **120ab**, **120ac**, **120ad** и **120ae**, соответственно, и обратно через скважины **110baa**, **110bab**, **110bac**, **110bad** и **110bae** соответственно и через точки **125baa, 125bab**, **125bac**, **125bad** и **125bae** удлинения до поверхностного участка **s10**. Следует отметить, что пути потока, сформированные удлинениями **105baa**, **105bab**, **105bac, 105bad** и **105bae** и **110baa**, **110bab**, **110bac**, **110bad** и **110bae** скважины, соответственно, выполнены так, чтобы проходить по существу в параллельном направлении, *например,* путь потока, сформированный удлинениями **105ba** и **110baa** скважины, проходит по существу параллельно пути потока, сформированному удлинениями **105bab** и **110bab** скважины, в то время как глубина от поверхностного участка **s10** до узловых пространств **120aa**, **120ab**, **120ac**, **120ad** и **120ae** (не обозначена), и глубина от поверхностного участка **s10** до узловых пространств **125aaa**, **125aab**, **125aac**, **125aad**, и **125aae** (не указано) приблизительно одинакова. Следует отметить, что если подконфигурации **402j**, **402k**, **402l**, **402m** и **402n** добычи ресурсов работают так, что несущий флюид поступает через точки **125aaa**, **125aab**, **125aac**, **125aad** и **125aae** удлинений, и выходит через **125baa, 125bab**, **125bac**, **125bad** и **125bae**, так что поток несущего флюида через подконфигурации **402j**, **402l** и **402n** добычи ресурсов проходит в одном наборе направлений (*например*, для **402j** к одному концу **T** через **105baa** и к другому концу **B** через **110baa**), в то время как поток несущего флюида через подконфигурации **402k** и **402m** добычи ресурсов проходит в противоположном наборе направлений (*например*, для **402k** к концу **B** через **105baa** и к концу **T на фиг. 5B** через **110baa**). Однако, как отмечалось выше, пути выхода и входа могут быть по желанию реверсированы для каждой подконфигурации добычи. Также отмечается, что подконфигурации **402j**, **402k**, **402l**, **402m** и **402n** добычи ресурсов могут быть, но не обязательно должны быть расположены на одной и той же глубине относительно поверхностного участка **s10**, и, таким образом, часть или все подконфигурации **402j**, **402k**, **402l**, **402m** и **402n** добычи ресурсов могут быть расположены на одной и той же или на

разных глубинах относительно поверхностного участка **s10**. Кроме того, каждая из подконфигураций **402j**, **402k**, **402l**, **402m** и **402n** добычи ресурсов находится на расстоянии от смежной соседней подконфигурации добычи ресурсов на заданном расстояние **di**. В этом отношении расстояние **di** между воображаемыми линиями **L1** и **L2** составляет, например, около 200 м или менее или 1 км или менее.

[00255] Обратимся теперь к **фиг. 5C**, на которой показана конфигурация **504** добычи ресурсов, содержащая группу из четырех подконфигураций **402o**, **402p**, **402q**, и **402r** добычи ресурсов, выполненных ниже поверхностного участка **s11**. Как отмечалось выше, в некоторых вариантах осуществления поверхностный участок **s11,** может представлять собой участок земли. Подконфигурации **402o**, **402p**, **402q** и **402r** добычи ресурсов, каждая из которых содержит пару дистальных узловых пространств (**120ba, 120bb**), (**120bc, 120bd**), (**120be, 120bf**) и (**120bg, 120bh**), соответственно, и подконфигурации **402o**, **402p**, **402q** и **402r** добычи ресурсов проходят по существу параллельно друг другу между парами дистальных узловых пространств (**120ba, 120bb**), (**120bc, 120bd**), (**120be, 120bf**) и (**120bg, 120bh**). Глубина относительно поверхностного участка **s11** каждой подконфигурации **402o**, **402p**, **402q** и **402r** добычи ресурсов может изменяться. В одном варианте осуществления каждая из подконфигураций **402o**, **402p**, **402q** и **402r** добычи ресурсов расположена приблизительно на одинаковой глубине относительно поверхностного участка **s11**. Каждая пара дистальных узловых пространств представляет собой точку контакта между двумя, по существу, горизонтальными скважинами, проходящими от расположенных в центре точек удлинения. Таким образом, дистальные узловые пространства пары дистальных узловых пространств (**120ba, 120bb**) представляют собой точки контакта между по существу горизонтальными скважинами **105bba** и **110bba** и между **105bbb** и **110bbb,** соответственно. Аналогично, дистальные узловые пространства пары дистальных узловых пространств (**120bc, 120bd**) представляют собой точки контакта между по существу горизонтальными скважинами **105bbc** и **110bbc** и между **105bbd** и **110bbd**, соответственно. Аналогично, дистальные узловые пространства пары дистальных узловых пространств (**120be, 120bf**) представляют собой точки контакта между по существу горизонтальными скважинами **105bbe** и **110bbe** и между **105bbf** и **110bbf**, соответственно; и, наконец, скважины дистальной пары узловых пространств (**120bg, 120bh**) представляют собой точки контакта между по существу горизонтальными скважинами **105bbg** и **110bbg** и между **105bbh** и **110bbh**, соответственно. В подконфигурации **402o** добычи ресурсов по существу горизонтальные скважины **105bba** и **105bbb** проходят от точки **125aba** удлинения, тогда как горизонтальные скважины **110bba** и **110bbb** проходят от точки **125bba** удлинения.

Аналогично, в подконфигурации **402p** добычи ресурсов по существу горизонтальные скважины **105bbc** и **105bbd** проходят от точки **125abb** удлинения, тогда как горизонтальные скважины **110bbc** и **110bbd** проходят от точки **125bbb** удлинения. Аналогично, в подконфигурации **402q** добычи ресурсов по существу горизонтальные скважины **105bbe** и **105bbf** проходят от точки **125abc** удлинения, тогда как горизонтальные скважины **110bbe** и **110bbf** проходят от точки **125bbc** удлинения. И, наконец, аналогичным образом, в подконфигурации **402r** добычи ресурсов по существу горизонтальные скважины **105bbg** и **105bbh** проходят от точки **125abd** удлинения, тогда как горизонтальные скважины **110bbg** и **110bbh** проходят от точки **125bbd** удлинения. Воображаемые параллельные прямые линии **L1, L2, L3** и **L4** могут быть проведены от каждого дистального узлового пространства в парах дистальных узловых пространств (**120ba, 120bb**), (**120bc, 120bd**), (**120be, 120bf**) и (**120bg, 120bh**) к другому узлу, приблизительно через точки (**125aba**, **125bba**), (**125abb**, **125bbb**), (**125abc**, **125bbc**) и (**125abd**, **125bbd**) удлинения, соответственно.

[00256] Каждая из конфигураций **402o**, **402p**, **402q** и **402r** добычи ресурсов может по отдельности обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s11**, а затем через оба удлинения (**105bba, 105bbb**), (**105bbc**, **105bbd**), (**105bbe, 105bbf**) и (**105bbg, 105bbh**) скважины соответственно к дистальным узловым пространствам (**120ba**, **120bb**), (**120bc**, **120bd**), (**120be**, **120bf**) и (**120bg**, **120bh**), соответственно, и обратно через скважины (**110bba, 110bbb**), (**110bbc**, **110bbd**), (**110bbe, 110bbf**) и (**110bbg, 110bbh**), соответственно, в точки (**125aba**, **125bba**), (**125abb**, **125bbb**), (**125abc**, **125bbc**) и (**125abd**, **125bbd**) удлинений и затем вверх к поверхностному участку **s11**. Каждая из подконфигураций **402o**, **402p**, **402q** и **402r** добычи ресурсов разнесена на расстояние **di** до смежной соседней подконфигурации. В этом отношении расстояние **di** между воображаемой линией **L1** и **L2** составляет, например, около 200 м или менее или 1 км или менее.

[00257] Обратимся теперь к **фиг. 5D**, на которой показана конфигурация **505** добычи ресурсов, содержащая группу из пяти подконфигураций **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** извлечения ресурсов, выполненных ниже приблизительно квадратного поверхностного участка **s12**. Как отмечалось выше, в некоторых вариантах осуществления поверхностный участок **s12** может представлять собой участок земли. Каждая из подконфигураций **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** добычи ресурсов содержит дистальное узловое пространство **120ba2, 120bb2**, **120bc2, 120bd2** и **120be2**, соответственно, и подконфигурации **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** добычи ресурсов проходят по существу параллельно друг другу. Глубина относительно поверхностного участка **s12** каждой подконфигурации **402s**, **402t**,

402u, 402v и **402w** добычи ресурсов может изменяться. В одном варианте осуществления каждая из подконфигураций **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** добычи ресурсов расположена приблизительно на одинаковой глубине относительно поверхностного участка **s12**, в то время как в других вариантах осуществления по меньшей мере две из подконфигураций **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** добычи ресурсов могут быть на разных глубинах. Каждое дистальное узловое пространство представляет собой точку контакта между двумя, по существу, горизонтальными скважинами, проходящими от расположенных в центре точек удлинения. Таким образом, дистальное узловое пространство **120ba2** представляет собой точку контакта между по существу горизонтальными скважинами **105bba2** и **110bba2**. Точно так же скважина **120bb2** представляет собой точку контакта между по существу горизонтальными скважинами **105bbb2** и **110bbb2**. Аналогичным образом дистальное узловое пространство **120bc2** представляет собой точку контакта между по существу горизонтальными скважинами **105bbc2** и **110bbc2**. Аналогичным образом дистальное узловое пространство **120bd2** представляет собой точку контакта между по существу горизонтальными скважинами **105bbd2** и **110bbd2**. Наконец, дистальное узловое пространство **120be2** представляет собой точку контакта между по существу горизонтальными скважинами **105bbe2** и **110bbe2**. В подконфигурации **402s** добычи ресурсов по существу горизонтальная скважина **105bba2** проходит от точки **125aba2** удлинения, в то время как по существу горизонтальная скважина **110bba2** проходит от точки **125bba2** удлинения. Аналогично, в подконфигурации **402t** добычи ресурсов по существу горизонтальная скважина **105bbb2** проходит от точки **125abb2** удлинения, в то время как горизонтальная скважина **110bbb2** проходит от точки **125bbb2** удлинения. Аналогично, в подконфигурации **402u** добычи ресурсов по существу горизонтальная скважина **105bbc2** проходит от точки **125abc2** удлинения, в то время как горизонтальная скважина **110bbc2** проходит от точки **125bbc2** удлинения. Аналогично, в подконфигурации **402v** добычи ресурсов по существу горизонтальная скважина **105bbd2** проходит от точки **125abd2** удлинения, в то время как горизонтальная скважина **110bbd2** проходит от точки **125bbd2** удлинения. И, наконец, аналогичным образом, в подконфигурации **402w** добычи ресурсов по существу горизонтальные скважины **105bbe2** проходят от точки **125abe2** удлинения, в то время как горизонтальные скважины **110bbe2** проходят от точки **125bbe2** удлинения. Скважины **115ba2**, **115bb2**, **115bc2**, **115bd2** и **115be2** проходят с поверхностного участка **s** и соединяются с дистальными узловыми пространствами **120ba2**, **120bb2**, **120bc2**, **120bd2** и **120be2**, соответственно. Воображаемые параллельные прямые линии **L1, L2, L3, L4** разделяют приблизительно квадратный поверхностный участок **s12** на пять прямоугольников приблизительно одинакового

размера, каждый из которых содержит одну из подконфигураций **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** добычи ресурсов приблизительно одинакового размера.

[00258] Каждая из подконфигураций **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** добычи ресурсов может индивидуально обеспечивать потоки растворителя вниз с поверхностного участка **s12** через точки **125aba2**, **125abb2**, **125abc2**, **125abd2** и **125abe2** удлинений, через удлинения **105bba2, 105bbb2**, **105bbc2**, **105bbd2** и **105bbe2** скважины, соответственно, к дистальным узловым пространствам **120ba2**, **120bb2**, **120bc2**, **120bd2**, и **120be2**, соответственно, и обратно через скважины **110bba2, 110bbb2**, **110bbc2**, **110bbd2** и **110bbe2**, соответственно, к точкам **125bba2**, **125bbb2**, **125bbc2**, **125bbd2** и **125bbe2**, возвращаясь к поверхностному участку **s12**. Каждая из подконфигураций **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** добычи ресурсов отделена от смежных соседних подконфигураций добычи ресурсов. Кроме того, также отмечается, что подконфигурации **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** добычи ресурсов могут быть, но не обязательно должны быть расположены на одной и той же глубине относительно поверхностного участка **s12**, и, таким образом, часть или все подконфигурации **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** добычи ресурсов могут быть расположены на одной и той же или на разных глубинах относительно поверхностного участка **s12**.

[00259] Кроме того, на **фиг. 5D** также показана одна кустовая площадка **160**, расположенная смежно с подконфигурациями **402s**, **402t**, **402u**, **402v** и **402w** добычи ресурсов. Одна кустовая площадка **160** используется для установки удлинений **105ba2**, **105bb2**, **105bc2**, **105bd2** и **105be2** скважины, проходящих с поверхностного участка **s12** по направлению к **125aba2**, **125abb2**, **125abc2**, **125abd2** и **125abe2**. Одна кустовая площадка **160** также используется для установки удлинений **110ba2**, **110bb2**, **110bc2**, **110bd2** и **110be2** скважины, проходящих с поверхностного участка **s12** по направлению к **125bba2**, **125bbb2**, **125bbc2**, **125bbd2** и **125bbe2**, соответственно. Кустовая площадка **160** также используется для установки удлинений **115ba2**, **115bb2**, **115bc2**, **115bd2** и **115be2** скважины с поверхностного участка **s12** до дистальных узловых пространств **120ba2**, **120bb2**, **120bc2**, **120bd2** и **120be2**.

[00260] Следует отметить, что для установки скважин **115ba2**, **115bb2**, **115bc2**, **115bd2** и **115be2** начальная проксимальная секция **115c** является общей между всеми скважинами **115ba2**, **115bb2**, **115bc2**, **115bd2** и **115be2**, и, таким образом, эти скважины имеют одно общее скважинное отверстие на кустовой площадке **160**. В противоположность этому, скважины **105ba2**, **105bb2**, **105bc2**, **105bd2** и **105be2**, и скважины **110ba2**, **110bb2**, **110bc2**, **110bd2** и **110be2** выполнены таким образом, что каждая из них имеет отдельное скважинное отверстие на кустовой площадке **160**. В других вариантах осуществления

могут быть созданы конфигурации добычи ресурсов, которые аналогичны конфигурации **505** добычи ресурсов, при условии, однако, что могут быть предусмотрены другие схемы, касающиеся общих скважинных отверстий, что может быть легко дополнительно понято путем сравнительного обращения к показанным конфигурациям добычи ресурсов на **фиг. 2A-2B** и **фиг. 2E-2F**.

[00261] Изобретатели определили, что реализация конфигурации **505** добычи ресурсов, показанной на **фиг. 5D** на участке земли (например, 1 квадратная миля), позволит разработать пять по существу горизонтальных секций скважины, каждый длиной около 1300 метров (*т. е.* не включая обсаженные участки). В этом случае по существу горизонтальные секции скважины могут достигать ширины около 100 м, а расстояние **di** разделяющей части **145** между внешними стенками горизонтальных удлинений скважины (*например*, между **105bba2** и **110bba2**) может составлять около 60 м. Подсчитано, что в вариантах осуществления, где поташ добывается до приблизительно 52 % от общего количества доступного поташа в пределах секции на глубине, может быть добыто реализованной конфигурацией **505** добычи ресурсов. Для аналогичной конструкции, основанной вместо этого на четырех по существу горизонтальных секциях скважины (не показаны) с шириной скважины 100 м и расстоянием **di** 100 м, изобретатели определили, что может быть добыто до 42 % всего доступного поташа. Для аналогичной конструкции, основанной вместо этого на шести по существу горизонтальных секциях скважины (не показаны) с шириной скважины 100 м и расстоянием **di** 33 м, изобретатели определили, что может быть добыто до 62 % всего доступного поташа. И наконец, для аналогичной конструкции, основанной вместо этого на восьми по существу горизонтальных секциях скважины (не показаны) с шириной скважины 80 м и расстоянием **di** 20 м, изобретатели определили, что может быть добыто до 66 % всего доступного поташа. Могут быть построены дополнительные конструкции, включающие удлинения скважины, чтобы еще больше увеличить общий процент доступного поташа, который может быть добыт. Таким образом, в общем, путем строительства достаточного количества скважин и предоставления достаточного количества времени для циркуляции несущего флюида **F** в соответствии со способами по настоящему изобретению можно добывать весь или по существу весь доступный поташ, *т. е.* 95 % или более, 96 % или более, 97 % или более, 98 % или более или 99 % или более.

[00262] Обратимся теперь к **фиг. 5E**, на которой показана конфигурация **506** добычи ресурсов, содержащая группу из шестнадцати подконфигураций **501a**, **501b**, **501c**, **501d**, **501e**, **501f**, **501g**, **501h**, **501i**, **501j**, **501k**, **501l**, **501m**, **501n**, **501o** и **501p** добычи ресурсов, выполненных на поверхностном участке **s13**. В центре расположены подконфигурации

501a, **501b**, **501c**, **501d** добычи ресурсов вместе из центральной конфигурации, аналогичной конфигурации, показанной на **фиг. 4B**. Остальные подконфигурации **501e**, **501f**, **501g**, **501h, 501i**, **501j**, **501k**, **501l**, **501m**, **501n**, **501o** и **501p** добычи ресурсов расположены радиально наружу относительно центральной подконфигурации, сформированной подконфигурациями **501a**, **501b**, **501c**, **501d** добычи ресурсов по существу окружают подконфигурации **501a**, **501b**, **501c**, **501d** добычи ресурсов интеркалирующим образом и в целом занимают подземное пространство снаружи каждого из горизонтальных удлинений подконфигураций **501a**, **501b**, **501c**, **501d** добычи ресурсов. Следует отметить, что каждая из подконфигураций **501e**, **501f**, **501g**, **501h, 501i**, **501j**, **501k**, **501l**, **501m**, **501n**, **501o** и **501p** добычи ресурсов может быть построена и работать независимо. Кроме того, каждая из подконфигураций **501e**, **501f**, **501g**, **501h, 501i**, **501j**, **501k**, **501l**, **501m**, **501n**, **501o** и **501p** добычи ресурсов может быть построена и работать независимо от подконфигураций **501a**, **501b**, **501c**, **501d** добычи ресурсов. Следует отметить, что конфигурация **506** добычи ресурсов реализована на четырех участках земли **S13-a**, **S13-b**, **S13-c** и **S13-d**. Как отмечалось ранее, каждая из подконфигураций **501e**, **501f**, **501g**, **501h, 501i**, **501j**, **501k**, **501l**, **501m**, **501n**, **501o** и **501p** добычи ресурсов может быть построена и/или работать одновременно, но они также могут быть построены и/или работать последовательно в различных порядках, по желанию, и может пройти несколько лет, прежде чем будет достигнута полная конфигурация **506** добычи ресурсов. Кроме того, следует отметить, что подконфигурации **501e**, **501f**, **501g**, **501h, 501i**, **501j**, **501k**, **501l**, **501m**, **501n**, **501o** и **501p** добычи ресурсов могут быть, но не обязательно должны быть расположены на одной и той же глубине относительно к поверхностным участкам **s13-1, s13-2, s13-3** и **s13-4** и, таким образом, некоторые или все подконфигурации **501e**, **501f**, **501g**, **501h, 501i**, **501j**, **501k**, **501l**, **501m**, **501n**, **501o** и **501p** добычи ресурсов могут быть расположены на одинаковой или разной глубине относительно к поверхностным участкам **s13-1, s13-2, s13-3** и **s13-4**.

[00263] Обратимся теперь к **фиг. 6A-6D**, на которых показаны дополнительные конфигурации **601**, **602**, **603** и **604** добычи ресурсов согласно настоящему раскрытию. Как отмечалось выше, растворитель закачивают с поверхностного участка через первую скважину и собирают через смежную вторую скважину. Конфигурации по настоящему раскрытию позволяют закачивать растворитель и собирать рассол на поверхностных участках, которые находятся в непосредственной близости друг от друга. Таким образом, оборудование для закачки и сбора жидкости может быть размещено в одном корпусе. Это может быть выгодно по разным причинам. Так, например, подача электроэнергии и другой мощности может осуществляться из одного места. Кроме того, рабочая зона на

поверхностном участке ограничена, а местность, окружающая наземные операции, может использоваться для других целей, *например*, для сельского хозяйства. Кроме того, не требуется транспортировка растворителя или рассола на автомобиле.

[00264] Обратимся теперь к **фиг. 6A**, на которой показана конфигурация **601** добычи ресурсов, содержащая горизонтальные удлинения **105b**, **105c**, **105d** и **105e** скважины, соединяющиеся через дистальные узловые пространства **120**, **450**, **310** и **460**, соответственно, с удлинениями **110b**, **110c**, **110d** и **110e** скважины. Растворитель может быть закачан на поверхностном участке **140** из расположенного в центре корпуса **605** управления флюидом, а рассол может быть получен внутри корпуса **605** управления флюидом, расположенного на кустовой площадке **160.** Конфигурация **601** добычи ресурсов дополнительно содержит патрубок **671**, который позволяет транспортировать рассол поверхностный участок **140** посредством закачки рассола в узловое пространство **450** или приема рассола, мигрирующего вверх из узлового пространства **450**.

[00265] Обратимся теперь к **фиг. 6B**, на которой показана конфигурация **602** добычи ресурсов, содержащая группу из девяти подконфигураций **615a**, **615b**, **615c**, **615d**, **615e**, **615f**, **615g**, **615h** и **615i** добычи ресурсов, выполненных на поверхностных участках **s1**, **s2**, **s3**, **s4**, **s5**, **s6**, **s7**, **s8** и **s9**, соответственно. Главный корпус **640** управления флюидом расположен поперечно к поверхностным участкам **s1**, **s2**, **s3**, **s4**, **s5**, **s6**, **s7**, **s8** и **s9**. Основной патрубок **630** для флюида соединен с корпусом **640** управления флюидом и пересекает участки поверхностные участки **s8**, **s5** и **s2** для достижения кустовых площадок **160h**, **160e** и **160b**, соответственно. Из основного патрубка **630** для флюида флюид может течь через поперечные патрубки **635a**, **635b** и **635c** для флюида, соединенные с основным патрубком **630** для флюида, для достижения кустовых площадок **160g** и **160i, 160d** и **160f** и **160a** и **160c**, соответственно. Кустовые площадки **160a**, **160b**, **160c**, **160d**, **160e**, **160f**, **160g**, **160h** и **160i** содержат вспомогательные корпуса **620a**, **620b**, **620c**, **620d**, **620e**, **620f**, **620g**, **620h** и **620i**, управления флюидом, которые могут быть использованы дл управления потоком флюида через каждую из подконфигураций **615a**, **615b**, **615c**, **615d**, **615e**, **615f**, **615g**, **615h** и **615i** добычи ресурсов. В различных вариантах осуществления патрубки для флюида могут быть построены выше или ниже поверхностных участков **s1**, **s2**, **s3**, **s4**, **s5**, **s6**, **s7**, **s8** и **s9**. Таким образом, основной корпус **640** управления флюидом может обеспечивать закачку и выпуск флюида для конфигурации **602** добычи ресурсов.

[00266] Обратимся теперь к **фиг. 6C**, на которой показана конфигурация **603** добычи ресурсов, содержащая группу из четырех подконфигураций **615o**, **615p**, **615q**, и **615r** добычи ресурсов, выполненных на поверхностном участке **s12**. Основной корпус **640b** управления флюидом расположен на поверхностном участке **s12** поперечно к

подконфигурации **615o** добычи ресурсов. Основной патрубок **655** для флюида соединен с основным корпусом **640b** управления флюидом и пересекает поверхностный участок **s12** для достижения кустовых площадок **160aa**, **160bb**, **160cc** и **160dd**, содержащих вспомогательные корпуса **620aa**, **620bb**, **620cc** и **620dd** управления флюидом. Таким образом, один корпус **640b** управления флюидом, расположенный на поверхностном участке **s12**, смежном с подконфигурациями **615o**, **615p**, **615q** и **615r** добычи ресурсов, может обеспечивать закачку и выпуск флюида для конфигурации **603** добычи ресурсов. Следует отметить, что подконфигурации **615o**, **615p**, **615q** и **615r** могут работать последовательно, в любом порядке по желанию или одновременно. Следует отметить, что в альтернативном варианте осуществления для работы подконфигураций **615o**, **615p**, **615q** и **615r** добычи ресурсов может использоваться одна кустовая площадка, как будет понятно путем отсылки на **фиг. 5D**.

[00267] Обратимся теперь к **фиг. 6D**, на которой показана конфигурация **604** добычи ресурсов, содержащая группу из девяти подконфигураций **615s**, **615t**, **615u**, **615v**, **615w**, **615x**, **615y**, **615z** и **615aa** добычи ресурсов, выполненных на поверхностных участках **s14**, **s15**, **s16**, **s17**, **s18**, **s19**, **s20**, **s21** и **s22**, соответственно. Конфигурация **604** добычи ресурсов содержит четыре кустовые площадки **160aaa, 160bbb, 160ccc** и **160ddd**. Кустовая площадка **160aaa** обслуживает подконфигурации **615t, 615u** и **615x** добычи ресурсов. Кустовая площадка **160bbb** обслуживает подконфигурации **615s** и **615w** добычи ресурсов. Кустовая площадка **160ccc** обслуживает подконфигурации **615z** и **615aa** добычи ресурсов, а кустовая площадка **160ddd** обслуживает подконфигурации **615v** и **615y** добычи ресурсов. Наземная конструкция **653** может включать в себя, помимо кустовой площадки **615aaa**, другие встроенные конструкции, в том числе офисное и диспетчерское здание **652**, здание **654** для хранения и обслуживания транспортных средств и оборудования и жилые помещения **651** для рабочего персонала.

[00268] Следует отметить, что в альтернативных вариантах осуществления некоторые поверхностные участки **s14**, **s15**, **s16**, **s17**, **s18**, **s19**, **s20**, **s21** и **s22** могут быть разработаны для включения подконфигураций, показанных на **фиг. 6D**, в то время как другие могут быть разработаны, чтобы включать в себя другую подконфигурацию, например подконфигурацию **505**, как показано на **фиг. 5D**. Так, например, **s16**, **s19**, **s20**, **s21** и **s22** могут быть разработаны так, чтобы содержать подконфигурации **615u**, **615x**, **615y**, **615z** и **615aa**, соответственно, а поверхностные участки **s14**, **s15**, **s17** и **s18** могут быть разработаны так, чтобы каждый из них содержал подконфигурацию **505**.

[00269] Как теперь можно понять, конфигурации и способы добычи ресурсов по настоящему раскрытию могут использоваться для добычи ресурсов из ресурсных залежей.

Конфигурации согласно настоящему раскрытию обеспечивают особенно эффективную добычу посредством отслеживания и управления развитием скважин и связанных с ними каверн.

[00270] Конечно, вышеописанные примеры вариантов осуществления настоящего раскрытия предназначены только для иллюстрации и никоим образом не ограничивают его. Описанные варианты осуществления допускают множество модификаций состава, деталей и порядка работы. Заявляемый объект, скорее, предназначен для охвата всех таких модификаций в пределах своего объема, определенного формулой изобретения, которой следует дать широкое толкование, согласующееся с описанием в целом.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ добычи подземных ресурсов *на месте* из подземного пространства, содержащего ресурсную залежь, путем добычи ресурса из ресурсной залежи с использованием конфигурации скважины, которая содержит:

a) первую скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем первая скважинная колонна содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно в первом поперечном направлении от первой секции в ресурсную залежь; и

b) вторую скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем вторая скважинная колонна расположена смежно с первой скважинной колонной и содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно во втором поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

причем вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя первый плоский участок и дистально соединяя вторые секции в узловом пространстве таким образом, что формируется путь флюида вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к узловому пространству и из узлового пространства вверх к поверхности через вторую скважинную колонну,

при этом способ включает:

(i) закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую или вторую скважинную колонну вдоль пути флюида, чтобы тем самым выщелачивать *на месте* ресурсный материал из ресурсной залежи в несущий флюид и увеличивать внутренние объемы вторых секций первой и второй скважинных колонн,

(ii) циркуляцию несущего флюида, содержащего выщелоченный ресурсный материал, вдоль пути флюида через узловое пространство и вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через вторую скважинную колонну; и

(iii) извлечение несущего флюида, содержащего выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

2. Способ по п. **1**, отличающийся тем, что первая секция первой скважинной колонны или первая секция второй скважинной колонны проходит по существу вертикально относительно поверхностного участка.

3. Способ по п. **1** или **2**, отличающийся тем, что вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят в целом в горизонтальном направлении относительно поверхностного участка, а первый плоский участок расположен по существу горизонтально относительно поверхностного участка.

4. Способ по любому из **пп. 1-3**, отличающийся тем, что циркуляция несущего флюида продолжается до тех пор, пока внутренние объемы первой и второй скважинных колонн не увеличатся настолько, что средняя высота по длинам вторых секций первой и второй скважинных колонн увеличится по меньшей мере в два раза, а средние ширины по длинам вторых секций первой и второй скважинных колонн увеличатся по меньшей мере настолько же, насколько увеличатся высоты.

5. Способ по любому из пп. **1-3**, отличающийся тем, что циркуляция несущего флюида продолжается до тех пор, пока внутренние объемы первой и второй скважинной колонны не увеличатся настолько, что средняя ширина по длинам вторых секций первой и второй скважинных колонн увеличится по меньшей мере в два раза от начальных ширин этих секций, после чего способ включает остановку циркуляции несущего флюида и поддержание стагнации несущего флюида во вторых секциях первой и второй скважинных колонн в течение по меньшей мере одного дня до извлечения несущего флюида через первую и/или вторую скважинную колонну.

6. Способ по любому из пп. **1-5**, отличающийся тем, что конфигурация скважины содержит первую и вторую скважинные колонны, содержащие обсадную колонну вдоль проксимальной части удлинения первой скважинной колонны или удлинения второй скважинной колонны.

7. Способ по любому из пп. **1-6**, отличающийся тем, что включает периодическое закачивание несущего флюида попеременно через первую и вторую скважинные колонны.

8. Способ по любому из пп. **1-7**, отличающийся тем, что конфигурация скважины содержит третью скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка, при этом третья скважинная колонна дистально соединяется в узловом пространстве в ресурсной залежи.

9. Способ по п. **8**, отличающийся тем, что третья скважинная колонна имеет поверхностное отверстие скважинной колонны, смежное с поверхностными отверстиями скважинной колонны первой и второй скважинной колонны.

10. Способ по п. **8**, отличающийся тем, что третья скважинная колонна имеет поверхностное отверстие скважинной колонны, расположенное на расстоянии от поверхностных отверстий скважинной колонны первой и второй скважинной колонны.

11. Способ по любому из пп. **8-10**, отличающийся тем, что включает анализ подземной ресурсной залежи на присутствие ресурсного материала путем доступа к узловому пространству через третью скважинную колонну с помощью анализирующего устройства перед закачиванием несущего флюида.

12. Способ по любому из пп. **8-11**, отличающийся тем, что включает закачивание несущего флюида с поверхностного участка в узловое пространство через третью скважинную колонну и к поверхностному участку через путь флюида по первой скважинной колонне или второй скважинной колонне.

13. Способ по любому из пп. **1-12**, отличающийся тем, что:

первая скважинная колонна содержит третью секцию, которая проходит поперечно в третьем направлении от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

вторая скважинная колонна содержит третью секцию, проходящую поперечно в приблизительно четвертом поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

причем третьи секции первой и второй скважинных колонн сформированы таким образом, что проходят кольцевидно, формируя второй плоский участок, и дистально соединяются, формируя второе узловое пространство таким образом, что второй путь флюида формируется вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну

во второе узловое пространство и из второго узлового пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну; и

способ дополнительно включает:

закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую или вторую скважинную колонну по первому и второму путях флюида для выщелачивания *на месте* ресурсного материала из ресурсной залежи и увеличения внутренних объемов второй и третьей секций первой и второй скважинных колонн, и

циркуляцию несущего флюида, содержащего ресурсные материалы, по пути флюида через первое и второе узловые пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида в первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании носителя флюида через вторую скважинную колонну, и

извлечение несущего флюида, содержащего выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

14. Способ по любому из пп. **1-13**, отличающийся тем, что первая и вторая скважинные колонны представляют собой первую скважину и вторую скважину, соответственно.

15. Способ по любому из пп. **1-13**, отличающийся тем, что первая секция первой скважинной колонны представляет собой первый трубчатый хвостовик, а вторая секция первой скважинной колонны представляет собой первую проходящую поперечно скважину, проходящую от первого трубчатого хвостовика, причем первая секция второй скважинной колонны представляет собой второй трубчатый хвостовик, а вторая секция второй скважинной колонны представляет собой вторую проходящую поперечно скважину, проходящую от второго трубчатого хвостовика, и причем первые секции первой и второй скважинных колонн вместе установлены в первой скважине, проходящей с поверхностного участка.

16. Способ по п. **13**, отличающийся тем, что конфигурация скважины содержит четвертую скважинную колонну, при этом четвертая скважинная колонна проходит вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь и дистально соединяется со вторым узловым пространством.

17. Способ по п. **13** или **14**, отличающийся тем, что третьи секции первой и второй скважинных колонн находятся на одной глубине, так что первый и второй плоские участки расположены приблизительно на одной глубине относительно поверхностного участка.

18. Способ по любому из пп. **13** или **14**, отличающийся тем, что третьи секции первой и второй скважинных колонн находятся на разных глубинах, так что первый и второй плоские участки расположены на двух разных глубинах относительно поверхностного участка.

19. Способ по любому из пп. **1-18**, отличающийся тем, что поверхностный участок, ниже которого реализована конфигурация скважины, составляет двадцать пять квадратных миль или менее.

20. Способ по любому из пп. **1-18**, отличающийся тем, что поверхностный участок, ниже которого реализована конфигурация скважины, составляет одну квадратную милю или менее.

21. Способ по любому из пп. **1-12**, отличающийся тем, что

первая скважинная колонна содержит первое множество секций, которые проходят поперечно в первом множестве различных поперечных направлений от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

вторая скважинная колонна содержит второе множество секций, которые проходят поперечно во втором множестве поперечных направлений от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом первое множество секций равно по количеству второму множеству секций, причем каждая секция первого множества секций проходит кольцевидно с одной секцией второго множества секций, формируя множество плоских участков, и дистально соединяется для формирования множества узловых пространств, так что формируется множество путей флюида, которые текут вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к каждому из узловых пространств и из множества узловых пространств вверх к поверхности через вторую скважинную колонну;

и способ дополнительно включает:

закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую скважинную колонну или вторую скважинную колонну по множеству путей флюида, чтобы тем самым выщелачивать *на месте* ресурсный материал из ресурсной залежи и увеличивать внутренний объем первого и второго множества поперечных удлинений, и

циркуляцию несущего флюида, содержащего ресурсные материалы, по множеству путей флюида через множество узловых пространств и вверх к поверхности через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида в первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через вторую скважинную колонну, чтобы тем самым извлекать несущий флюид, содержащий выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

22. Способ по п. **21**, отличающийся тем, что множество дополнительных скважинных колонн проходит вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, и каждая из множества дополнительных скважинных колонн дистально соединяется с одним из множества узловых пространств.

23. Способ по п. **22,** отличающийся тем, что множество дополнительных скважинных колонн представляет собой множество скважин.

24. Способ по п. **22,** отличающийся тем, что первая секция первого множества дополнительных скважинных колонн соответствует равному первому множеству трубчатых хвостовиков, а вторая секция первого множества дополнительных скважинных колонн соответствует равному множеству проходящих поперечно скважин, проходящих от первого множества трубчатых хвостовиков, причем первая секция второго множества дополнительных скважинных колонн соответствует равному второму множеству трубчатых хвостовиков, а вторая секция второго множества дополнительных скважинных колонн соответствует равному множеству проходящих поперечно скважин, проходящих от второго множества трубчатых хвостовиков, и причем первые секции первого и второго множества дополнительных скважинных колонн вместе установлены в первой скважине, проходящей с поверхностного участка.

25. Способ по п. **21** или **22**, отличающийся тем, что множество дополнительных скважинных колонн расположены на расстоянии друг от друга и от первой и второй скважинных колонн.

26. Способ по п. **21** или **22**, отличающийся тем, что множество дополнительных скважинных колонн расположено радиально относительно первой и второй скважинных колонн.

27. Способ по п. **21** или **22**, отличающийся тем, что включает закачивание несущего флюида попеременно через первую скважинную колонну и вторую скважинную колонну.

28. Способ по любому из пп. **22-27**, отличающийся тем, что включает последующее закачивание несущего флюида с поверхностного участка в узловое пространство через одну или большее количество из множества дополнительных скважинных колонн и к поверхностному участку через путь флюида по первой и второй скважинным колоннам.

29. Способ по любому из пп. **1-28**, отличающийся тем, что ресурсный материал содержит первый и второй химические компоненты, и способ включает циркуляцию несущего флюида, при которой первый химический компонент выщелачивается *на месте* в несущий флюид, а второй химический компонент удерживается *на месте* и формирует пористую матрицу.

30. Способ по п. **29**, отличающийся тем, что первый химический компонент представляет собой хлорид калия, а второй химический компонент представляет собой хлорид натрия.

31. Способ по любому из пп. **1-30**, отличающийся тем, что ресурсный материал представляет собой эвапорит.

32. Способ по любому из пп. **1-30**, отличающийся тем, что несущий флюид представляет собой растворитель, а ресурсный материал представляет собой эвапорит, растворимый в растворителе.

33. Способ по п. **31** или **32**, отличающийся тем, что эвапорит представляет собой поташ.

34. Способ построения конфигурации разработки месторождения для добычи подземных ресурсов из ресурсной залежи, включающий:

установку множества скважинных колонн, проходящих вниз с поверхностного участка, посредством:

установки первой скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка в минеральную залежь, при этом первая скважинная колонна содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно в первом поперечном направлении от первой секции в ресурсную залежь; и

установки второй скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, при этом вторая скважинная колонна расположена смежно с первой скважинной колонной и содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно во втором поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя первый плоский участок, и дистально соединяются в узловом пространстве, тем самым формируя путь флюида вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к узловому пространству и из узлового пространства вверх к поверхности через вторую скважинную колонну.

35. Способ по п. **34**, отличающийся тем, что включает формирование первой секции второй скважинной колонны, и причем первая секция второй скважинной колонны проходит по существу вертикально относительно поверхностного участка.

36. Способ по п. **34** или **35**, отличающийся тем, что включает формирование вторых секций первой и второй скважинных колонн, проходящих в целом в горизонтальном направлении относительно поверхностного участка, а первый плоский участок расположен по существу горизонтально относительно поверхностного участка.

37. Способ по любому из пп. **34-36**, отличающийся тем, что включает включающий обсаживание второй секции первой и второй скважинных колонн вдоль проксимальной части удлинения первой скважинной колонны или удлинения второй скважиной колонны.

38. Способ по любому из пп. **34-37**, отличающийся тем, что включает установку третьей скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка, при этом третья скважинная колонна дистально соединяется в узловом пространстве в ресурсной залежи.

39. Способ по п. **38**, отличающийся тем, что включает установку третьей скважинной колонны, чтобы иметь поверхностное отверстие скважинной колонны смежно с поверхностными отверстия скважинной колонны первой и второй скважинных колонн.

40. Способ по п. **38**, отличающийся тем, что включает установку третьей скважинной колонны, чтобы иметь поверхностное отверстие скважинной колонны расположенное на расстоянии от поверхностных отверстий скважинной колонны первой и второй скважинных колонн.

41. Способ по любому из пп. **34-40**, отличающийся тем, что первая и вторая скважинные колонны представляют собой скважины, а установка включает бурение каждой из скважин для формирования скважин.

42. Способ по любому из пп. **38-41**, отличающийся тем, что включает анализ подземной ресурсной залежи на присутствие ресурсного материала путем доступа к узловому пространству через третью скважинную колонну с помощью анализирующего устройства.

43. Способ по любому из пп. **34-41**, отличающийся тем, что поверхностный участок, ниже которого реализована конфигурация скважины, составляет двадцать пять квадратных миль или менее.

44. Способ по любому из пп. **34-41**, отличающийся тем, что поверхностный участок, ниже которого реализована конфигурация скважины, составляет одну квадратную милю или менее.

45. Способ по любому из пп. **34-43**, отличающийся тем, что дополнительно включает:

обеспечение первой скважинной колонны третьей секцией, которая проходит в третьем поперечном направлении от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

обеспечение второй скважинной колонны третьей секцией, проходящей поперечно приблизительно в четвертом поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом третьи секции первой и второй скважинных колонн сформированы таким образом, что проходят кольцевидно, формируя второй плоский участок, и дистально соединяются, формируя второе узловое пространство, а второй путь флюида формируется вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну во второе узловое пространство и из второго узлового пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну.

46. Способ по п. **45,** отличающийся тем, что включает формирование третьих секций первой и второй скважинных колонн на одной глубине, так что первый и второй плоские участки расположены на одинаковой глубине относительно поверхностного участка.

47. Способ по п. **45,** отличающийся тем, что включает формирование третьих секций первой и второй скважинных колонн на разных глубинах, так что первый и второй плоские участки расположены на двух разных глубинах относительно поверхностного участка.

48. Способ по любому из пп. **34-44**, отличающийся тем, что включает:

обеспечение первой скважинной колонны первым множеством секций, которые проходят поперечно в первом множестве различных поперечных направлений от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

обеспечение второй скважинной колонны вторым множеством секций, проходящих поперечно во втором множестве поперечных направлений от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом первое множество секций равно по количеству второму множеству секций, а каждая секция первого множества секций проходит кольцевидно с одной секцией второго множества секций, коллективно формируя множество плоских участков, и дистально соединяется для коллективного формирования множества узловых пространств, так что формируется множество путей флюида, которые

текут вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к каждому из узловых пространств и из множества узловых пространств вверх к поверхности через вторую скважинную колонну;

49. Способ по п. **48,** отличающийся тем, что включает установку множества дополнительных скважинных колонн, которые проходят вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, и при этом каждая из множества дополнительных скважинных колонн дистально соединяется с одним из множества узловых пространств.

50. Способ по п. **48** или **49,** отличающийся тем, что включает формирование каждой из дополнительных скважинных колонн, которые должны располагаться на расстоянии друг от друга, и от первой и второй скважинных колонн.

51. Способ по любому из пп. **48-49**, отличающийся тем, что включает формирование каждой из множества дополнительных скважинных колонн, которые должны быть расположены радиально относительно первой и второй скважинных колонн.

52. Способ по любому из пп. **34-51**, отличающийся тем, что ресурсный материал представляет собой эвапорит.

53. Способ по любому из пп. **34-51**, отличающийся тем, что несущий флюид представляет собой растворитель, а ресурсный материал представляет собой эвапорит, растворимый в растворителе.

54. Способ по п. **52** или **53**, отличающийся тем, что эвапорит представляет собой поташ.

55. Способ добычи подземных ресурсов из подземной ресурсной залежи, включающий:

установку множества скважинных колонн, проходящих вниз с поверхностного участка, посредством:

установки первой скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, при этом первая скважинная колонна содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит

вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно в первом поперечном направлении от первой секции в ресурсную залежь; и

установки второй скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, при этом вторая скважинная колонна расположена смежно с первой скважинной колонной и содержит первую и вторую секцию, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно во втором поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь, при этом вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя первый плоский участок, и дистально соединяются в узловом пространстве, тем самым формируя путь флюида вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к узловому пространству и из узлового пространства вверх к поверхности через вторую скважинную колонну;

закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую или вторую скважинную колонну вдоль пути флюида, чтобы тем самым выщелачивать *на месте* ресурсный материал из ресурсной залежи в несущий флюид и увеличивать внутренние объемы вторых секций первой и второй скважинных колонн;

циркуляцию несущего флюида, содержащего выщелоченный ресурсный материал, вдоль пути флюида через узловое пространство и вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через вторую скважинную колонну; и

извлечение несущего флюида, содержащего выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

56. Способ по п. **55**, отличающийся тем, что включает формирование первой секции второй скважинной колонны и первой секции второй скважинной колонны так, чтобы они проходили по существу вертикально относительно поверхностного участка.

57. Способ по п. **55** или **56**, отличающийся тем, что включает формирование вторых секций первой и второй скважинной колонны, проходящих в целом в горизонтальном

направлении относительно поверхностного участка, а первый плоский участок расположен по существу горизонтально относительно поверхностного участка.

58. Способ по любому из пп. **55-57**, отличающийся тем, что включает непрерывную циркуляцию несущего флюида до тех пор, пока внутренние объемы первой и второй скважинных колонн не увеличатся настолько, что средние высоты по длинам вторых секций первой и второй скважинных колонн увеличится не менее чем в два раза, а средние ширины по длинам вторых участков первой и второй скважинных колонн увеличатся по меньшей мере настолько же, насколько увеличится высота.

59. Способ по любому из пп. **55-57**, отличающийся тем, что включает непрерывную циркуляцию несущего флюида до тех пор, пока внутренние объемы первой и второй скважинных колонн не увеличатся настолько, что средние ширины по длинам вторых секций первой и второй скважинных колонн увеличится по меньшей мере в два раза от начальной ширины этих секций, после чего способ включает остановку циркуляции несущего флюида и поддержание стагнации несущего флюида во вторых секциях первой и второй скважинных колонн в течение по меньшей мере одного дня до извлечения несущего флюида через первую и/или вторую скважинную колонну.

60. Способ по любому из пп. **55-59**, отличающийся тем, что включает обсаживание второй секции первой и второй скважинных колонн вдоль проксимальной части удлинения первой скважинной колонны или удлинения второй скважиной колонны.

61. Способ по любому из пп. **55-60**, отличающийся тем, что включает установку третьей скважинной колонны, проходящей вниз с поверхностного участка, при этом третья скважинная колонна дистально соединяется в узловом пространстве в ресурсной залежи.

62. Способ по п. **61**, отличающийся тем, что включает установку третьей скважинной колонны, чтобы иметь поверхностное отверстие скважинной колонны смежно с поверхностными отверстия скважинной колонны первой и второй скважинных колонн.

63. Способ по п. **61**, отличающийся тем, что включает установку третьей скважинной колонны, чтобы иметь поверхностное отверстие скважинной колонны расположенное на

расстоянии от поверхностных отверстий скважинной колонны первой и второй скважинных колонн.

64. Способ по любому из пп. **55-63**, отличающийся тем, что первая и вторая скважинные колонны представляют собой скважины, а установка включает бурение скважины для формирования каждой из скважин.

65. Способ по любому из пп. **61-63**, отличающийся тем, что первая, вторая и третья скважинные колонны представляют собой скважины, а установка включает бурение скважины для формирования каждой из скважин.

66. Способ по любому из пп. **61-63**, отличающийся тем, что включает анализ подземной ресурсной залежи на присутствие ресурсного материала путем доступа к узловому пространству через третью скважинную колонну с помощью анализирующего устройства.

67. Способ по любому из пп. **55-66**, отличающийся тем, что включает последовательное периодическое закачивание несущего флюида попеременно через первую и вторую скважинные колонны.

68. Способ по любому из пп. **61-66**, отличающийся тем, что включает последовательное закачивание несущего флюида с поверхностного участка в узловое пространство через третью скважинную колонну и к поверхностному участку через путь флюида по первой скважинной колонне или второй скважинной колонне.

69. Способ по любому из пп. **55-66**, отличающийся тем, что включает:

обеспечение первой скважинной колонны третьей секцией, которая проходит в третьем поперечном направлении от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

обеспечение второй скважинной колонны третьей секцией, проходящей поперечно приблизительно в четвертом поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь, при этом третьи секции первой и второй скважинных колонн сформированы таким образом, что проходят кольцевидно, формируя второй плоский участок, и дистально соединяя третьи секции, формируя второе узловое пространство, а второй путь флюида

формируется вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну во второе узловое пространство и из второго узлового пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну;

способ дополнительно включает:

закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую или вторую скважинную колонну по первому и второму путях флюида для выщелачивания *на месте* ресурсного материала из ресурсной залежи и увеличения внутренних объемов второй и третьей секций первой и второй скважинных колонн,

циркуляцию несущего флюида, содержащего ресурсные материалы, по пути флюида через первое и второе узловые пространства и вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида в первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании носителя флюида через вторую скважинную колонну, и

извлечение несущего флюида, содержащего выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

70. Способ по п. **69,** отличающийся тем, что включает формирование третьих секций первой и второй скважинных колонн на одной глубине, так что первый и второй плоские участки расположены приблизительно на одинаковой глубине относительно поверхностного участка.

71. Способ по п. **69,** отличающийся тем, что включает формирование третьих секций первой и второй скважинных колонн на разных глубинах, так что первый и второй плоские участки расположены на двух разных глубинах относительно поверхностного участка.

72. Способ по любому из пп. **55-71**, отличающийся тем, что поверхностный участок, ниже которого реализуется конфигурация разработки месторождения, составляет двадцать пять квадратных миль или менее.

73. Способ по любому из пп. **55-71**, отличающийся тем, что поверхностный участок, ниже которого реализована конфигурация разработки месторождения, составляет одну квадратную милю или менее.

74. Способ по любому из пп. **55-66**, отличающийся тем, что включает:

обеспечение первой скважинной колонны первым множеством секций, которые проходят поперечно в первом множестве различных поперечных направлений от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и

обеспечение второй скважинной колонны вторым множеством секций, проходящих поперечно во втором множестве поперечных направлений от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом первое множество секций равно по количеству второму множеству секций, а каждая секция первого множества секций проходит кольцевидно с одной секцией второго множества секций, коллективно формируя множество плоских участков, и дистально соединяется для коллективного формирования множества узловых пространств, так что формируется множество путей флюида, которые текут вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к каждому из узловых пространств и из множества узловых пространств вверх к поверхности через вторую скважинную колонну; и

способ дополнительно включает:

закачивание несущего флюида с поверхностного участка вниз через первую скважинную колонну или вторую скважинную колонну по множеству путей флюида, чтобы тем самым выщелачивать *на месте* ресурсный материал из ресурсной залежи и увеличивать внутренние объемы первого и второго множества поперечных удлинений, и

циркуляцию несущего флюида, содержащего ресурсные материалы, по множеству путей флюида через множество узловых пространств и вверх к поверхности через вторую скважинную колонну при закачивании несущего флюида в первую скважинную колонну или через первую скважинную колонну при закачивании несущего флюида через вторую скважинную колонну, чтобы тем самым извлекать несущий флюид, содержащий выщелоченный *на месте* ресурсный материал.

75. Способ по п. **74,** отличающийся тем, что включает установку множества дополнительных скважинных колонн, которые проходят вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, и при этом каждая из множества дополнительных скважинных колонн дистально соединяется с одним из множества узловых пространств.

76. Способ по п. **75**, отличающийся тем, что включает формирование каждой из дополнительных скважинных колонн, которые должны располагаться на расстоянии друг от друга, и от первой и второй скважинных колонн.

77. Способ по любому из пп. **75-76**, отличающийся тем, что включает формирование каждой из множества дополнительных скважинных колонн, которые должны быть расположены радиально относительно первой и второй скважинных колонн.

78. Способ по любому из пп. **75-77**, отличающийся тем, что включает закачивание несущего флюида попеременно через первую скважинную колонну и вторую скважинную колонну.

79. Способ по п. **78,** отличающийся тем, что включает последующее закачивание несущего флюида с поверхностного участка в узловое пространство через одну или большее количество из множества дополнительных скважинных колонн и к поверхностному участку через путь флюида по первой и второй скважинным колоннам.

80. Способ по любому из пп. **55-79**, отличающийся тем, что ресурсный материал содержит первый и второй химические компоненты, и способ включает циркуляцию несущего флюида, при которой первый химический компонент выщелачивается *на месте* в несущий флюид, а второй химический компонент удерживается *на месте* и формирует пористую матрицу.

81. Способ по п. **80**, отличающийся тем, что первый химический компонент представляет собой хлорид калия, а второй химический компонент представляет собой хлорид натрия.

82. Способ по любому из пп. **55-81**, отличающийся тем, что ресурсный материал представляет собой эвапорит.

83. Способ по любому из пп. **55-81**, отличающийся тем, что несущий флюид представляет собой растворитель, а ресурсный материал представляет собой эвапорит, растворимый в растворителе.

84. Способ по п. **82** или **83,** отличающийся тем, что эвапорит представляет собой поташ.

85. Конфигурация добычи ресурсов для добычи ресурсов *на месте* из ресурсной залежи в нижележащем подземном пространстве, связанном с поверхностным участком, содержащая:

по меньшей мере одну конфигурацию скважины, причем каждая конфигурация скважины содержит:

первую скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем первая скважинная колонна содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно в первом поперечном направлении от первой секции в ресурсную залежь; и

вторую скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем вторая скважинная колонна расположена смежно с первой скважинной колонной и содержит первую и вторую секции, причем первая секция второй скважинной колонны проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция второй скважинной колонны проходит поперечно во втором поперечном направлении от дистальной части первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя первый плоский участок, и причем вторые секции дистально соединяются в узловом пространстве и формируют путь флюида вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к узловому пространству и из узлового пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну.

86. Конфигурация добычи ресурсов по п. **85**, отличающаяся тем, что по меньшей мере одна конфигурация скважины содержит третью скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка, при этом третья скважинная колонна имеет дистальный конец в узловом пространстве в ресурсной залежи.

87. Конфигурация добычи ресурсов по п. **86,** отличающаяся тем, что первая секция первой скважинной колонны, или первая секция второй скважинной колонны, или третья

скважинная колонна по меньшей мере одной конфигурации скважины расположены так, чтобы проходить по существу вертикально относительно поверхностного участка.

88. Конфигурация добычи ресурсов по любому из пп. **85-87**, отличающаяся тем, что вторые секции первой и второй скважинных колонн по меньшей мере одной конфигурации скважины расположены так, чтобы проходить в основном в горизонтальном направлении относительно поверхностного участка.

89. Конфигурация добычи ресурсов по любому из пп. **85-88**, отличающаяся тем, что содержит множество конфигураций скважины, имеющих множество скважинных колонн, при этом пути флюида через каждую из проходящих поперечно вторых секций первой части множества скважинных колонн проходят по существу параллельно и смежно с соответствующими путями флюида второй части множества скважинных колонн.

90. Конфигурация добычи ресурсов по любому из пп. **85-88**, отличающаяся тем, что первая скважинная колонна по меньшей мере одной конфигураций скважины содержит третью секцию, проходящую поперечно в третьем поперечном направлении от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; и вторая скважинная колонна по меньшей мере одной конфигураций скважины содержит третью секцию, проходящую поперечно в четвертом поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь, при этом третьи секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя второй плоский участок, а третьи секции первой и второй скважинных колонн дистально соединяются, формируя второе узловое пространство, а второй путь флюида формируется с поверхностного участка через первую скважинную колонну во второе узловое пространство и из второго узлового пространства вверх к поверхностному участку через вторую скважинную колонну.

91. Конфигурация добычи ресурсов по любому из пп. **85-90**, отличающаяся тем, что содержит первую и вторую конфигурации скважины, которые имеют первое и второе узловые пространства и расположены рядом друг с другом, так что первая воображаемая прямая линия проходит от первого дистального узлового пространства к первой и второй скважинной колонне первой конфигурации скважины, а вторая воображаемая прямая линия проходит от второго дистального узлового пространства к первой и второй скважинной колонне второй конфигурации скважины, при этом первая и вторая воображаемые линии проходят приблизительно параллельно.

92. Конфигурация добычи ресурсов по любому из пп. **85-91**, отличающаяся тем, что поверхностный участок, ниже которого реализуется конфигурация разработки месторождения, составляет двадцать пять квадратных миль или менее.

93. Конфигурация добычи ресурсов по любому из пп. **85-91**, отличающаяся тем, что поверхностный участок, ниже которого реализована конфигурация разработки месторождения, составляет одну квадратную милю или менее.

94. Конфигурация добычи ресурсов по п. **91,** отличающаяся тем, что расстояние между параллельными первой и второй линиями составляет 200 метров или менее.

95. Конфигурация добычи ресурсов по любому из пп. **85-94**, отличающаяся тем, что первая скважинная колонна по меньшей мере одной конфигурации скважины содержит первое множество секций, проходящих поперечно в первом множестве различных поперечных направлений от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; вторая скважинная колонна по меньшей мере одной конфигурации скважины содержит второе множество секций, кольцевидно проходящих во втором множестве поперечных направлений от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь, при этом первое множество секций равно по количеству второму множеству секций, а каждая секция первого множества секций проходит кольцевидно с одной секцией второго множества секций, коллективно формируя множество плоских участков, и дистально соединяется для коллективного формирования множества узловых пространств, так что формируется множество путей флюида, которые текут вниз с поверхностного участка через первую скважинную колонну к каждому из узловых пространств и из множества узловых пространств вверх к поверхности через вторую скважинную колонну.

96. Конфигурация добычи ресурсов по п. **95,** отличающаяся тем, что по меньшей мере одна конфигурация скважины содержит первое множество дополнительных скважинных колонн, которые проходят вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем каждая из дополнительных скважинных колонн расположена на расстоянии друг от друга и от первой, второй и третьей скважинной колонны и каждая из множества дополнительных скважинных колонн дистально соединены с одним из множества узловых пространств.

97. Конфигурация добычи ресурсов по п. **96,** отличающаяся тем, что множество дополнительных скважинных колонн расположено радиально относительно первой и второй скважинных колонн.

98. Конфигурация добычи ресурсов по любому из пп. **96** или **97,** отличающаяся тем, что по меньшей мере одна конфигурация скважины содержит второе множество скважинных колонн, содержащих первую, вторую и третью скважины, проходящие таким же образом, как первая, вторая и третья скважинные колонны из первого множества скважинных колонн, причем первое множество скважинных колонн содержит второе и третье удлинения, ориентированные так, чтобы быть расположенными в радиальном направлении относительно второй и третьей скважинных колонн, а второе множество скважинных колонн ориентировано так, чтобы охватывать и включать первое множество скважинных колонн.

99. Множество смежных конфигураций скважины, каждая из которых содержит множество скважинных колонн и связана со смежными поверхностными участками, чтобы облегчить добычу ресурсов из ресурсной залежи в нижележащем подземном пространстве, причем каждая конфигурация скважины содержит:

первую скважинную колонну, которая проходит вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем первая скважинная колонна содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно в первом поперечном направлении от первой секции в ресурсную залежь; и

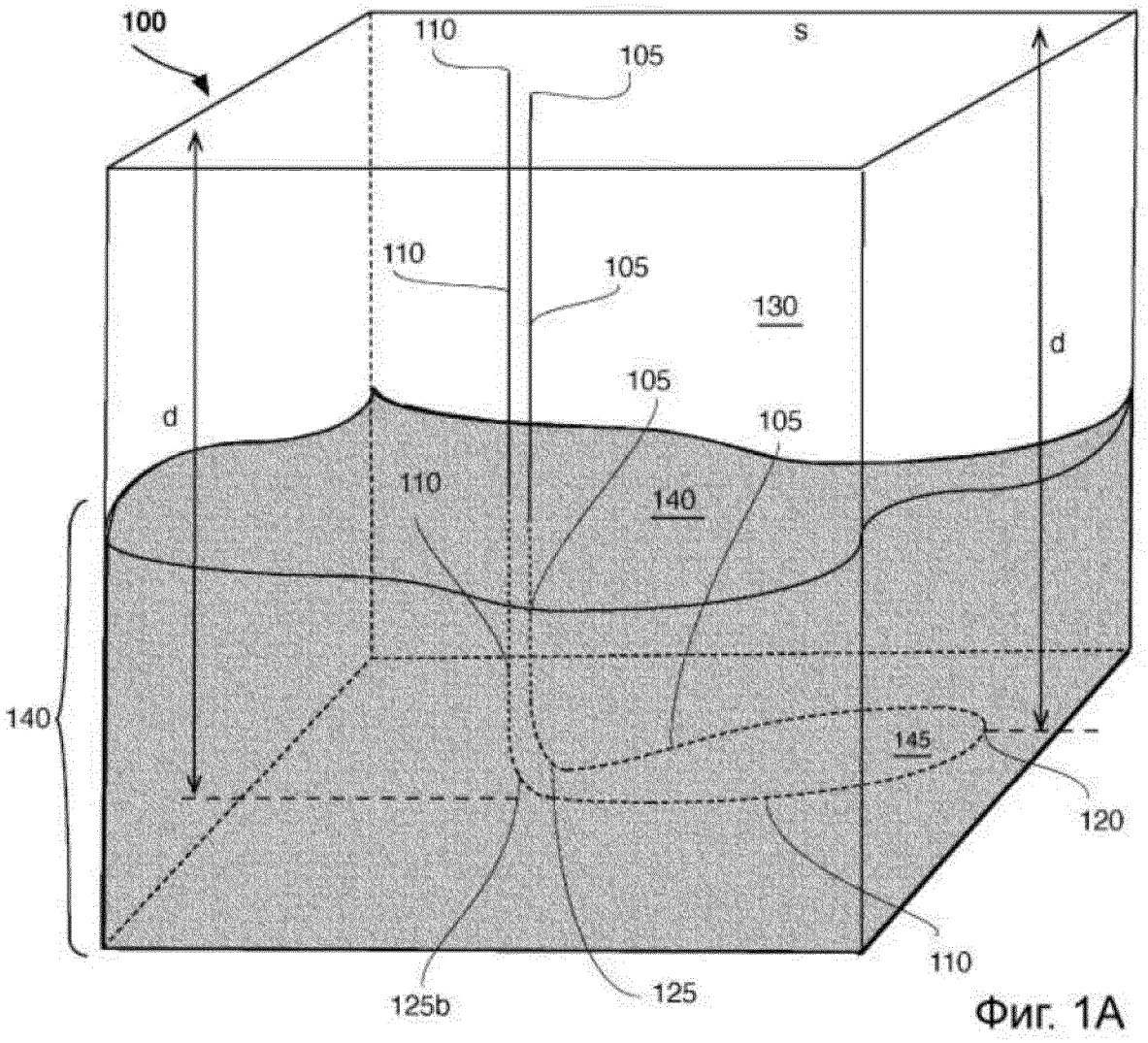
вторую скважинную колонну, которая проходит вниз с поверхностного участка в ресурсную залежь, причем вторая скважинная колонна расположена смежно с первой скважинной колонной и содержит первую и вторую секции, причем первая секция проходит вниз с поверхностного участка, а вторая секция проходит поперечно во втором поперечном направлении от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь,

при этом вторые секции первой и второй скважинных колонн проходят кольцевидно, формируя первый плоский участок, и дистально соединяются в узловом пространстве и формируют путь флюида с поверхностного участка через первую скважинную колонну к узловому пространству и из узлового пространства к поверхностному участку через вторую скважинную колонну.

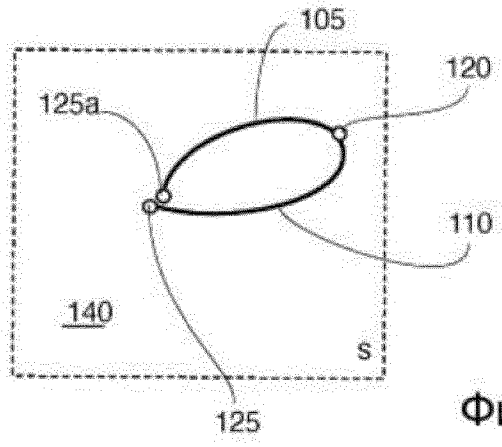
100. Множество смежных конфигураций скважины по п. **99**, отличающееся тем, что каждая конфигурация скважины содержит третью скважинную колонну, проходящую вниз с поверхностного участка, при этом третья скважинная колонна имеет дистальный конец в узловом пространстве в ресурсной залежи.

101. Множество смежных конфигураций скважины по п. **99** или **100**, отличающееся тем, что каждая конфигурация скважины во множестве смежных конфигураций скважины первой скважинной колонны содержит первое множество секций, первая скважинная колонна по меньшей мере одной конфигурации скважины может содержать первое множество секций, проходящих поперечно в первом множестве различных поперечных направлений от первой секции первой скважинной колонны в ресурсную залежь; вторая скважинная колонна содержит второе множество секций, поперечно проходящих во втором множестве поперечных направлений от первой секции второй скважинной колонны в ресурсную залежь, при этом первое множество секций равно по количеству второму множеству секций, а каждая секция первого множества секций проходит кольцевидно с одной секцией второго множества секций, коллективно формируя множество плоских участков, и дистально соединяется для коллективного формирования множества узловых пространств, так что формируется множество путей флюида от поверхностного участка через первую скважинную колонну к каждому из узловых пространств и из множества узловых пространств к поверхности через вторую скважинную колонну.

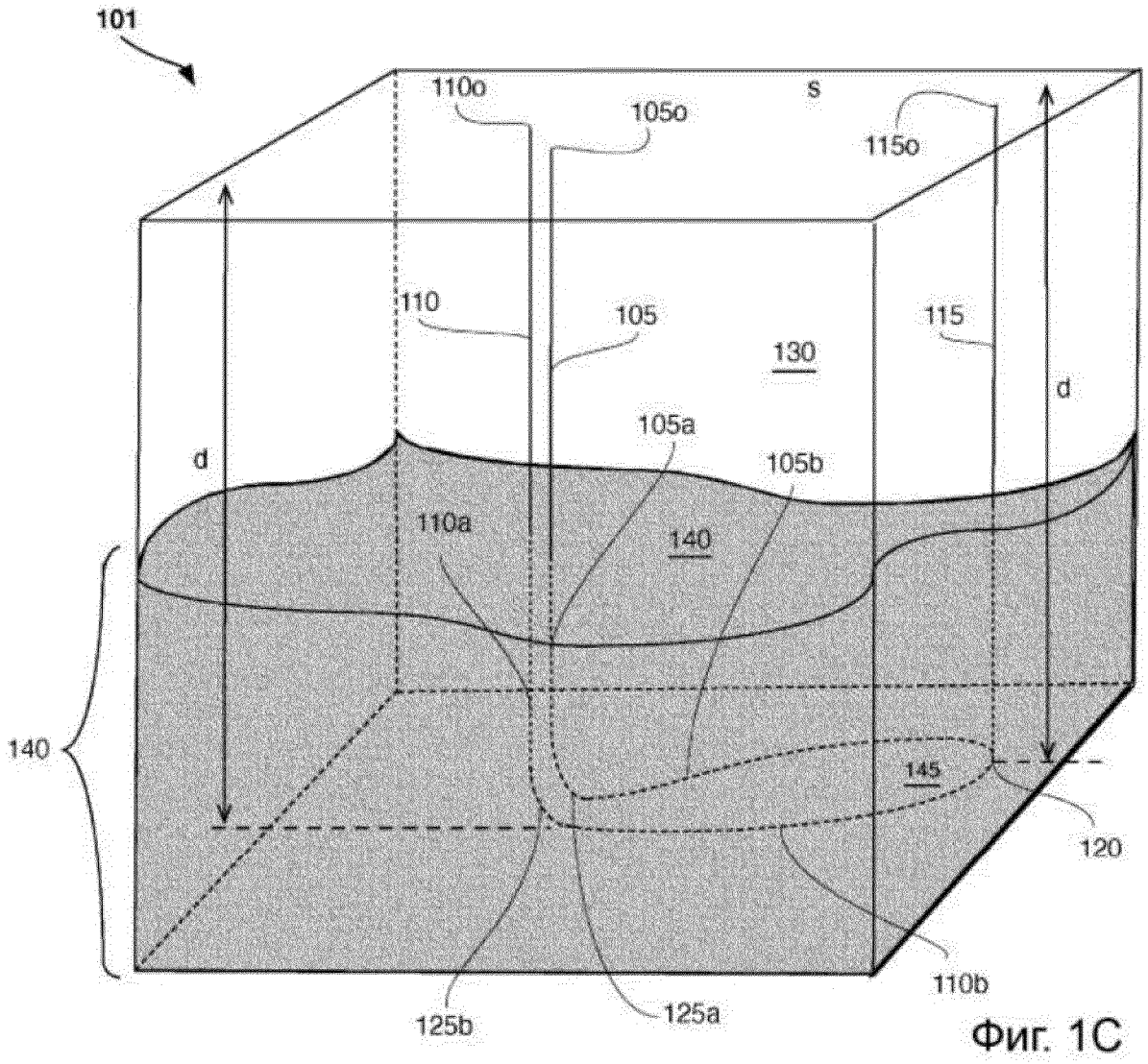
102. Множество смежных конфигураций скважины по любому из пп. **99-101**, отличающееся тем, что множество смежных скважинных колонн содержит множество дополнительных скважинных колонн, которые проходят вниз от смежных поверхностных участков в ресурсную залежь, при этом для каждой конфигурации скважины дополнительные скважинной колонны расположены на расстоянии друг от друга и от первой, второй и третьей скважинных колонн, и каждая из множества дополнительных скважинных колонн дистально соединена с одним из множества узловых пространств.


100
110
105
S
110
105
130
d
d
105
105
110
140
140
145
120
110
125b
125

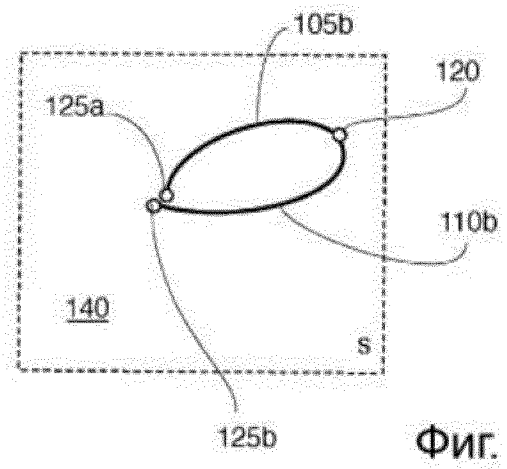
Фиг. 1A


105
120
125a
110
140
S
125

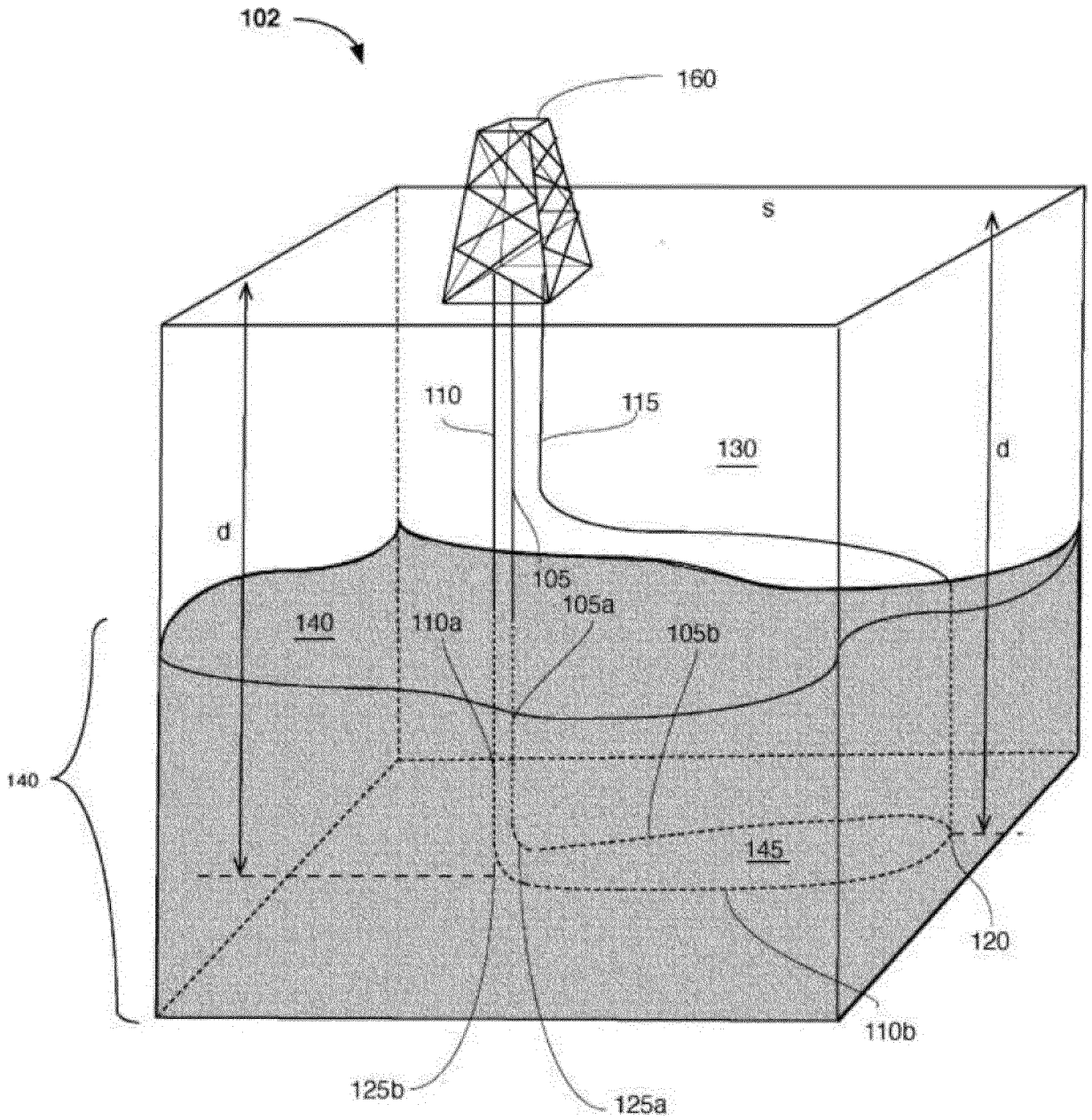
Фиг. 1B


101
110o
105o
s
115o
110
105
115
130
d
105a
105b
d
110a
140
140
145
120
110b
125b
125a

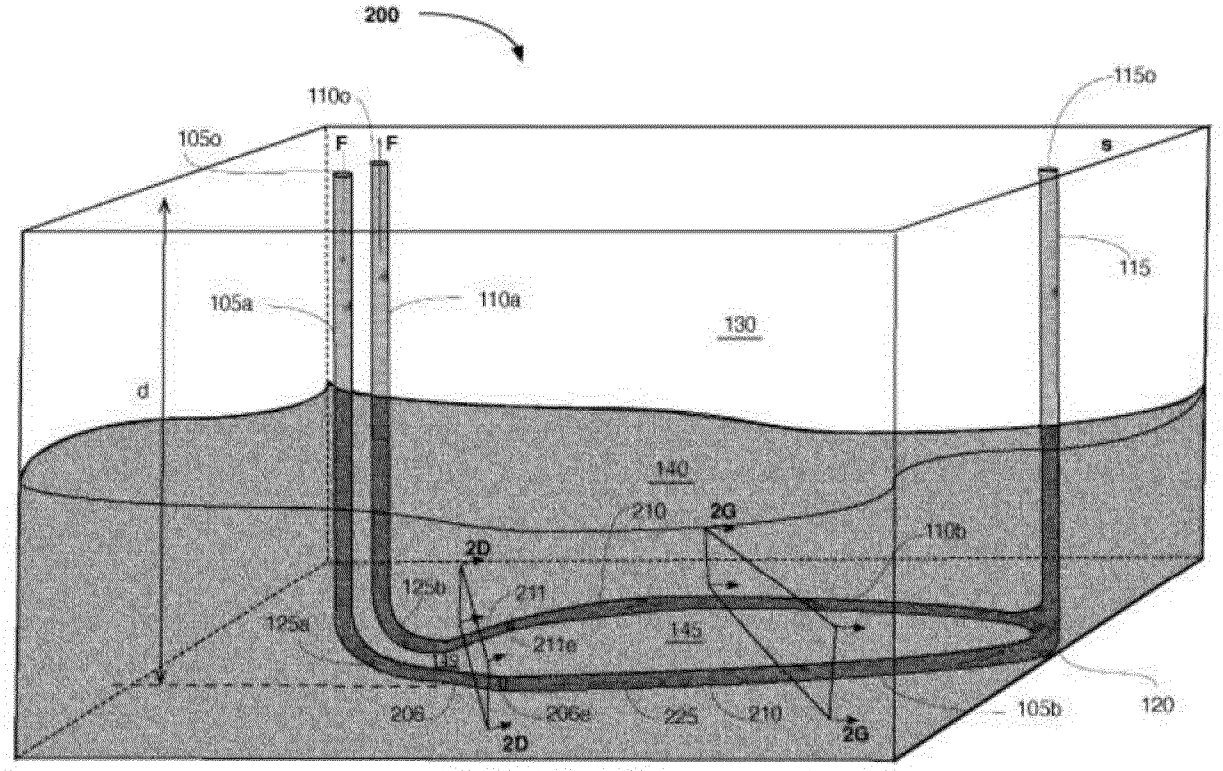
Фиг. 1C


105b
120
125a
110b
140
s
125b

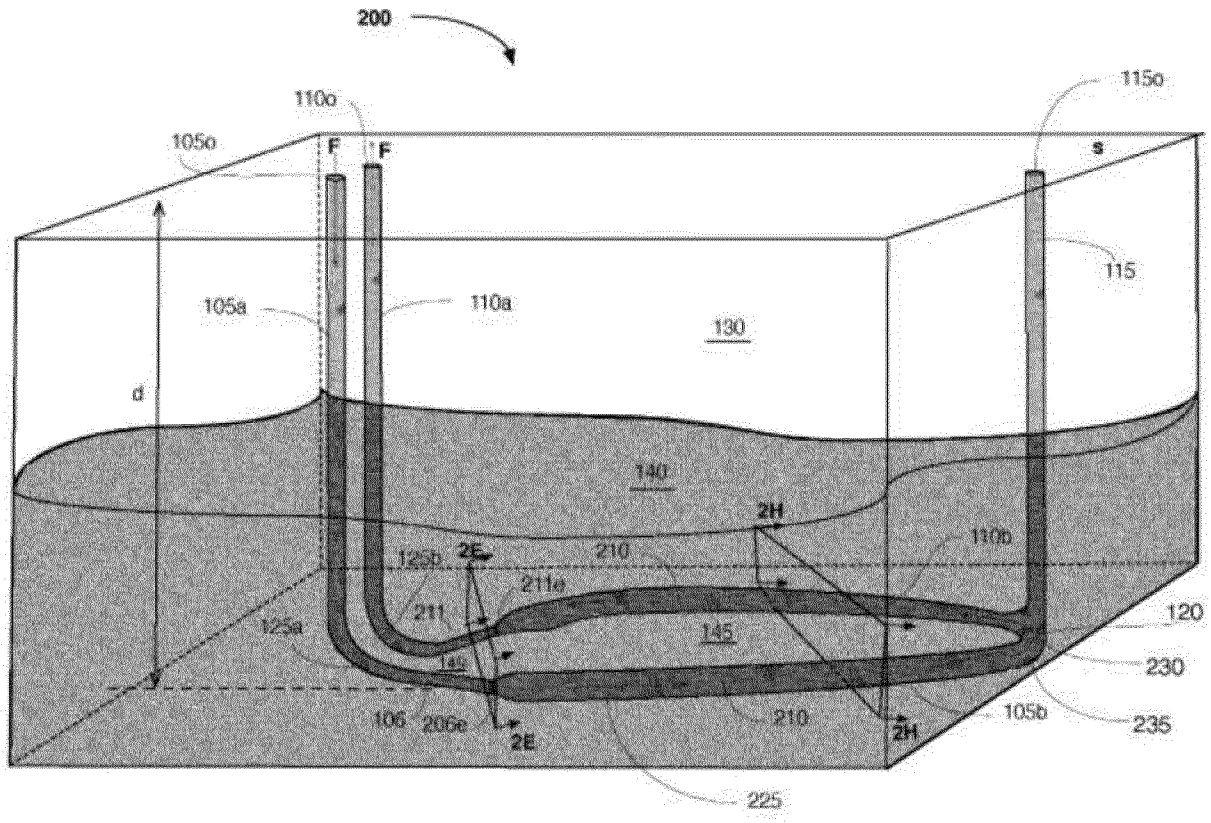
Фиг. 1D


102
160
S
110
115
130
d
d
105
105a
140
110a
105b
140
145
120
110b
125b
125a

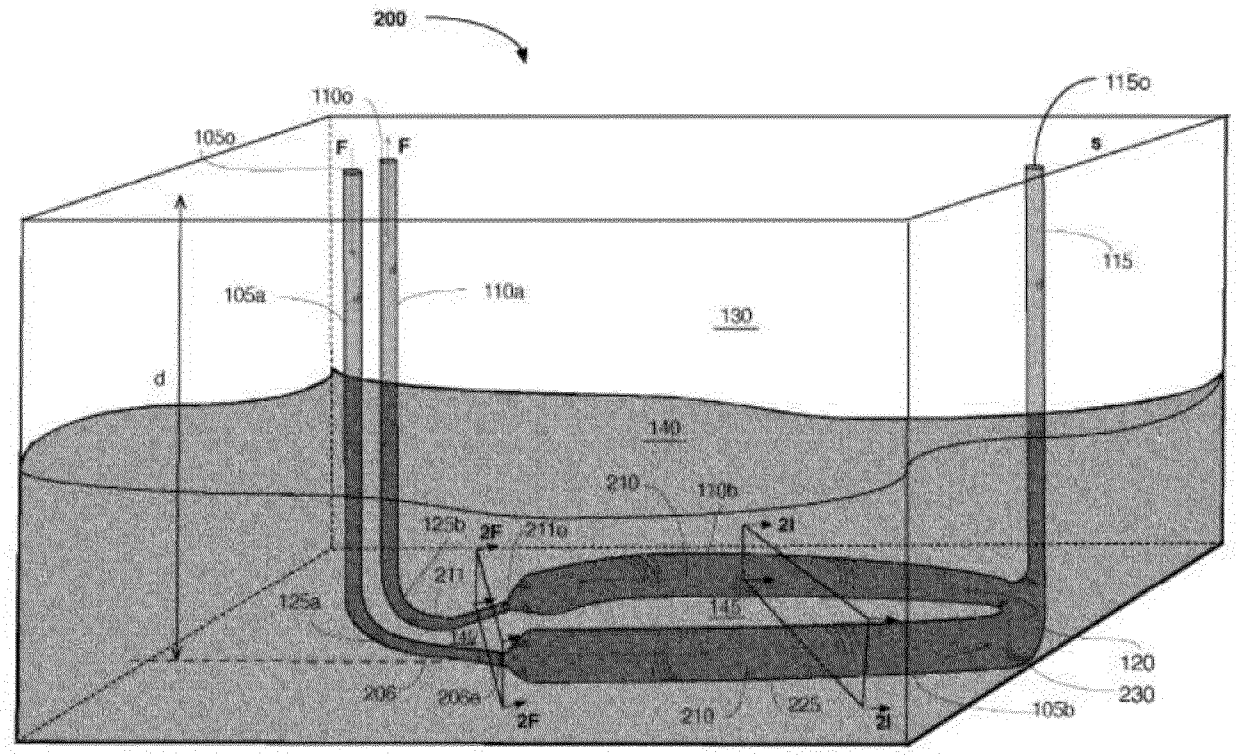
Фиг. 1E


200
110o
115o
105o
F
F
S
115
105a
110a
130
d
140
210
2G
110b
2D
125b
211
125a
211a
145
205
206
206a
225
210
2G
105b
120
2D

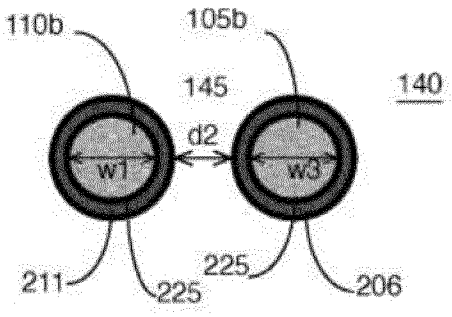
Фиг. 2A


200
110o
115o
105o
F
F
S
115
105a
110a
130
d
140
2H
110b
125b
2E
210
211a
211
120
125a
145
140
230
106
206e
2E
210
2H
105b
235
225

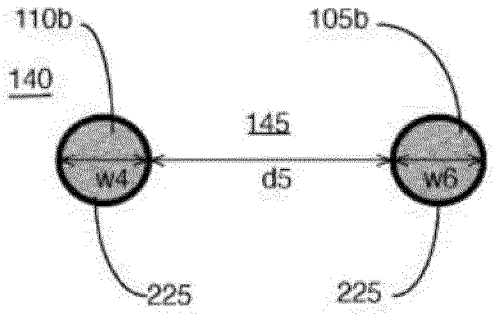
Фиг. 2B


200
110o
115o
105o
F
F
S
115
105a
110a
130
d
140
210
110b
125b
2F
211o
2I
211
125a
145
120
230
206
206a
2F
210
225
2I
105b

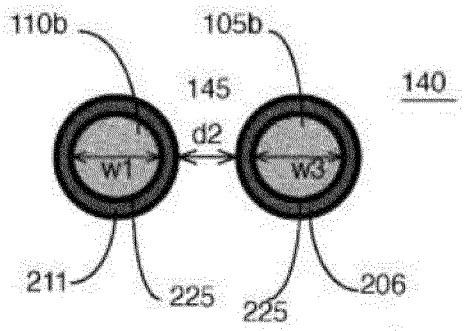
Фиг. 2C



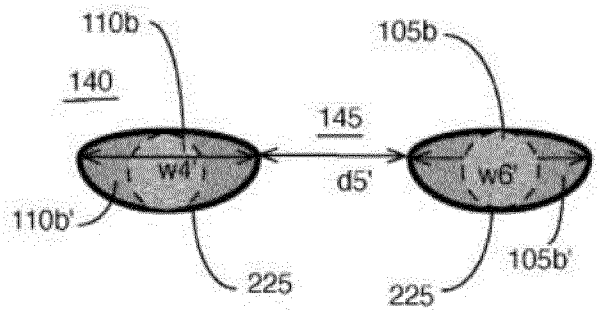
Фиг. 2D



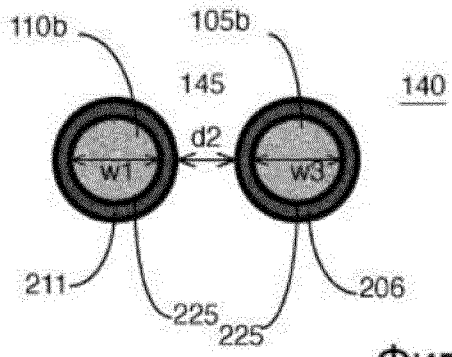
Фиг. 2G



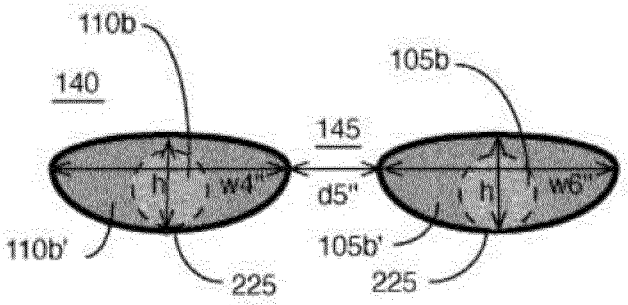
Фиг. 2E



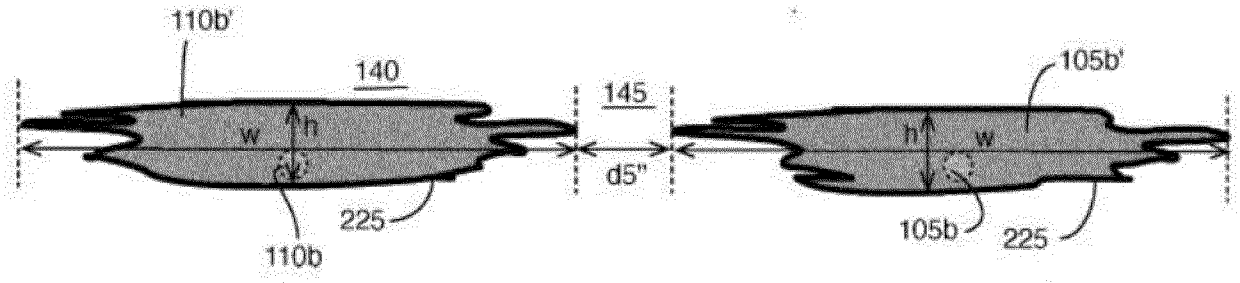
Фиг. 2H



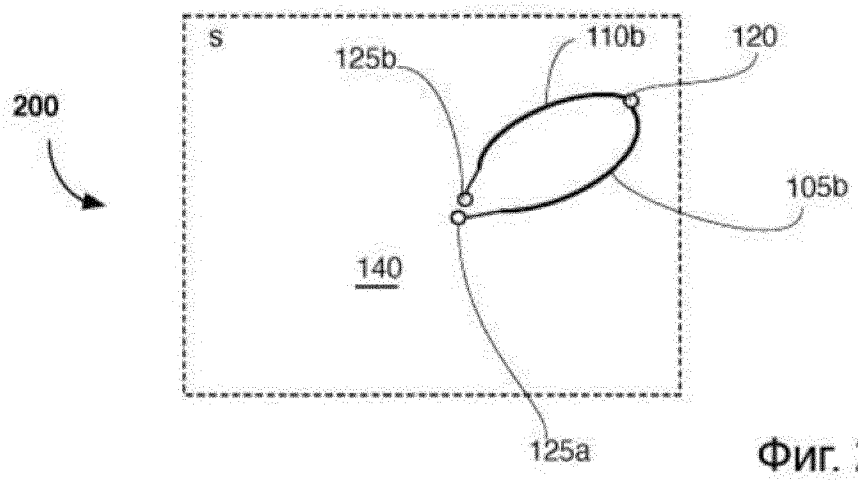
Фиг. 2F



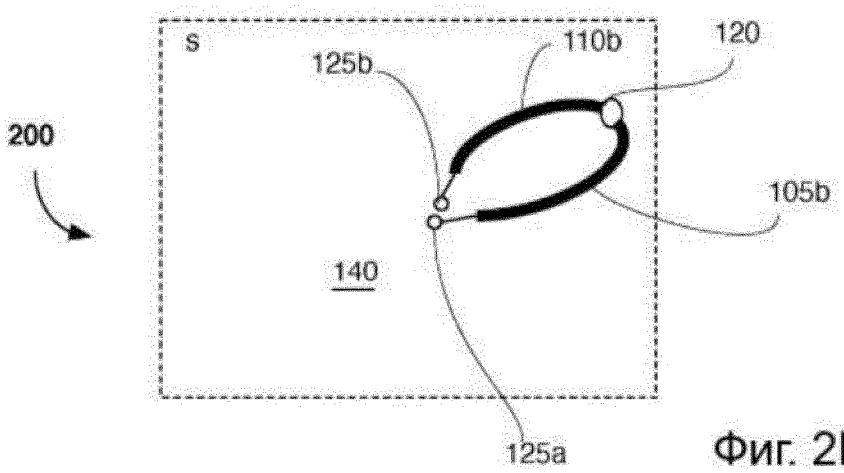
Фиг. 2I



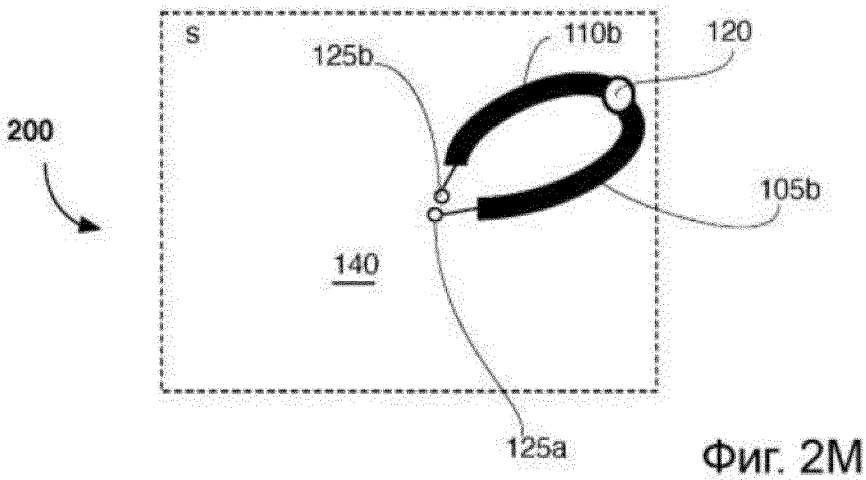
Фиг. 2J



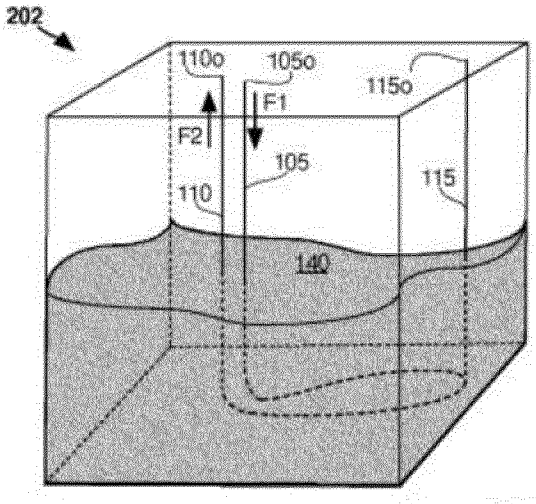
Фиг. 2K



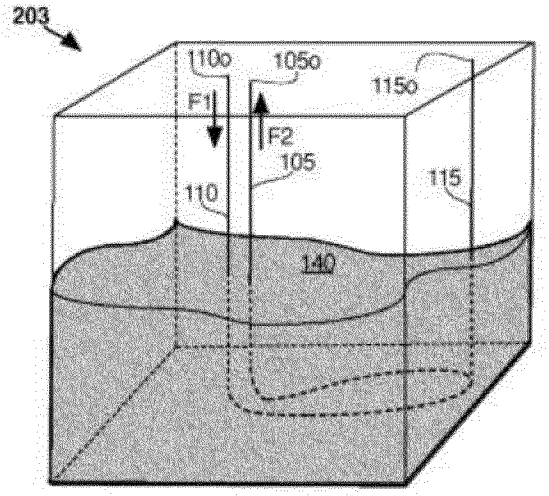
Фиг. 2L



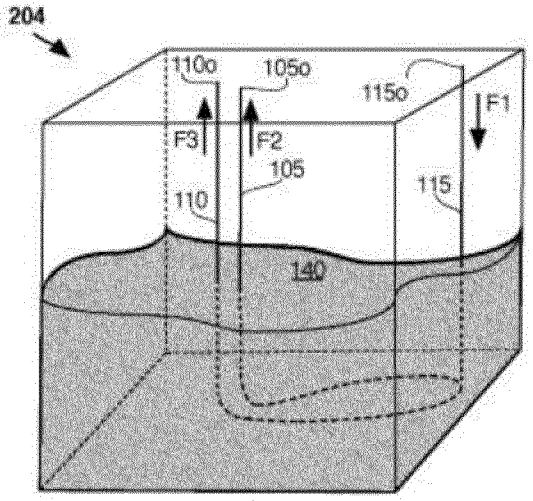
Фиг. 2M



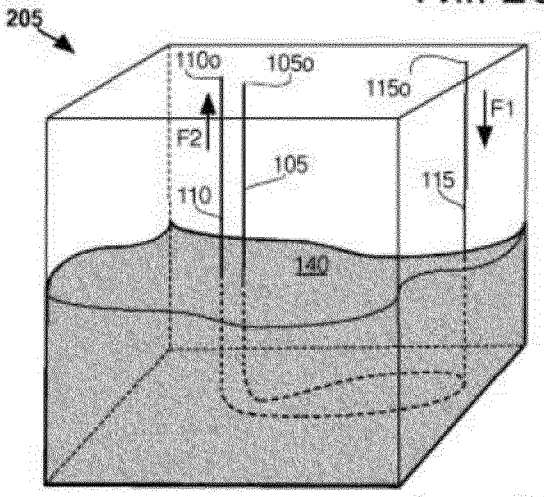
Фиг. 2N



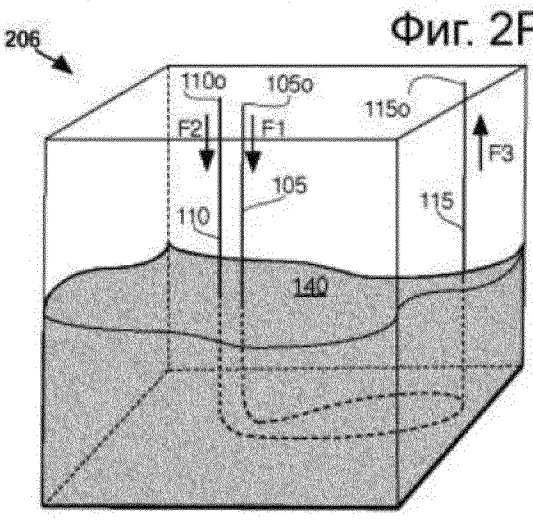
Фиг. 2O



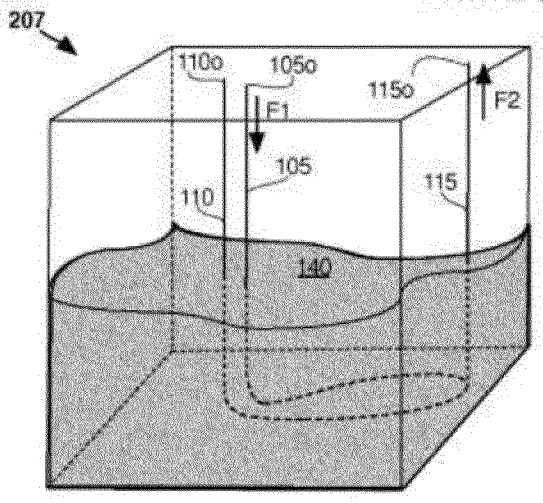
Фиг. 2P



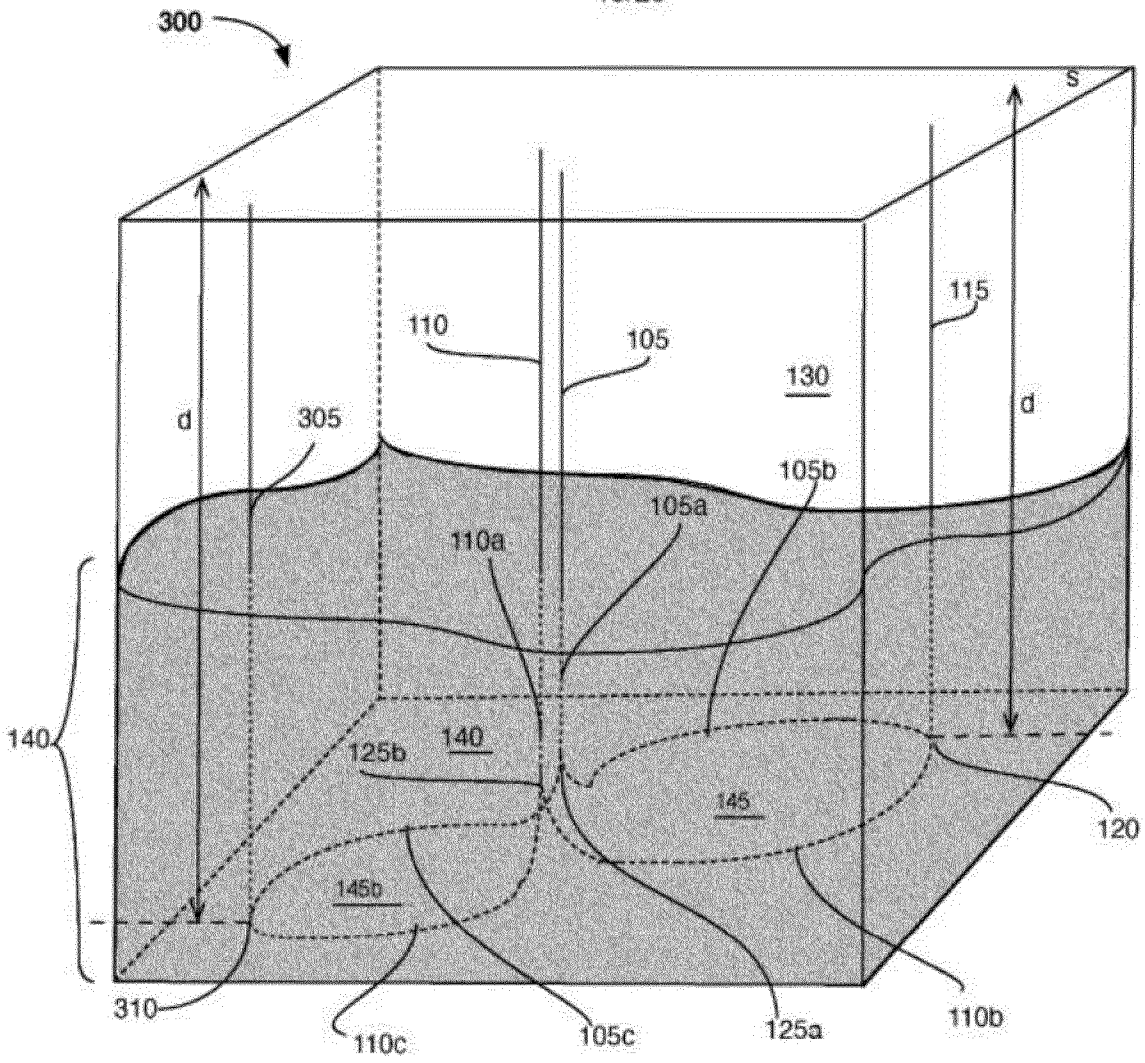
Фиг. 2Q



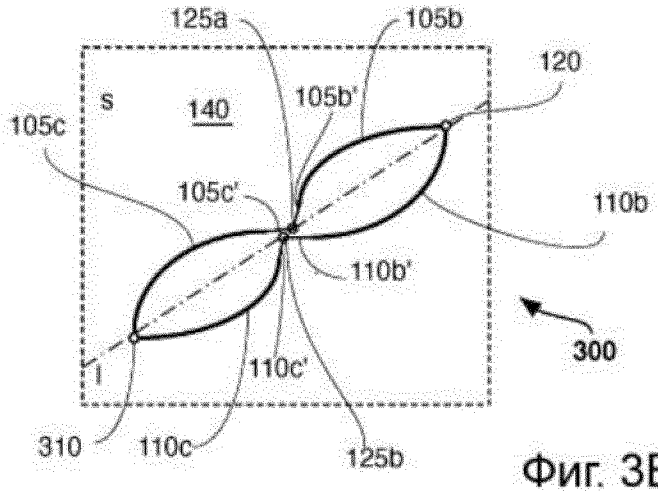
Фиг. 2R



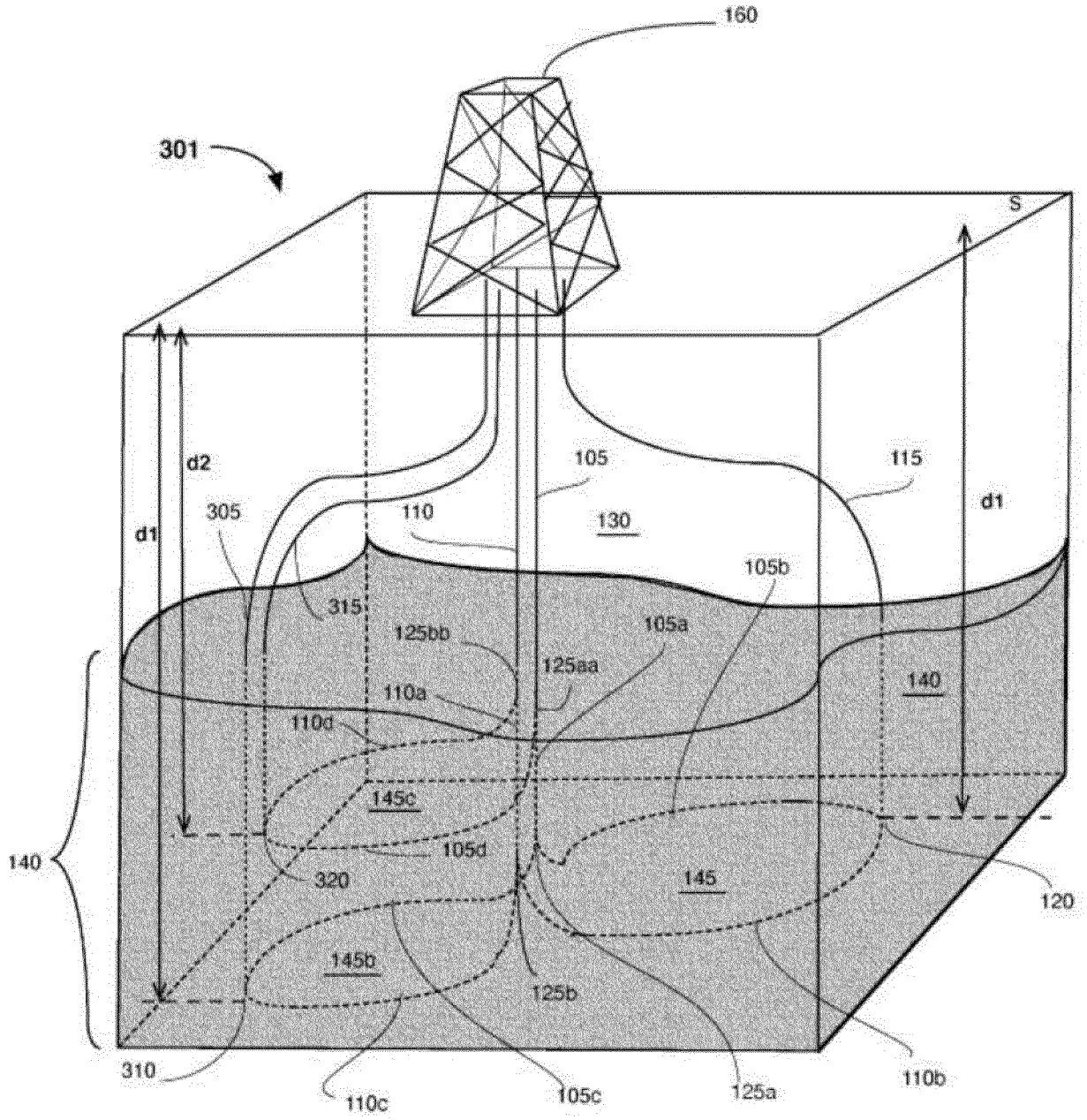
Фиг. 2S


300
s
115
110
105
130
d
305
d
105b
105a
110a
140
125b
140
145
120
145a
310
110c
105c
125a
110b

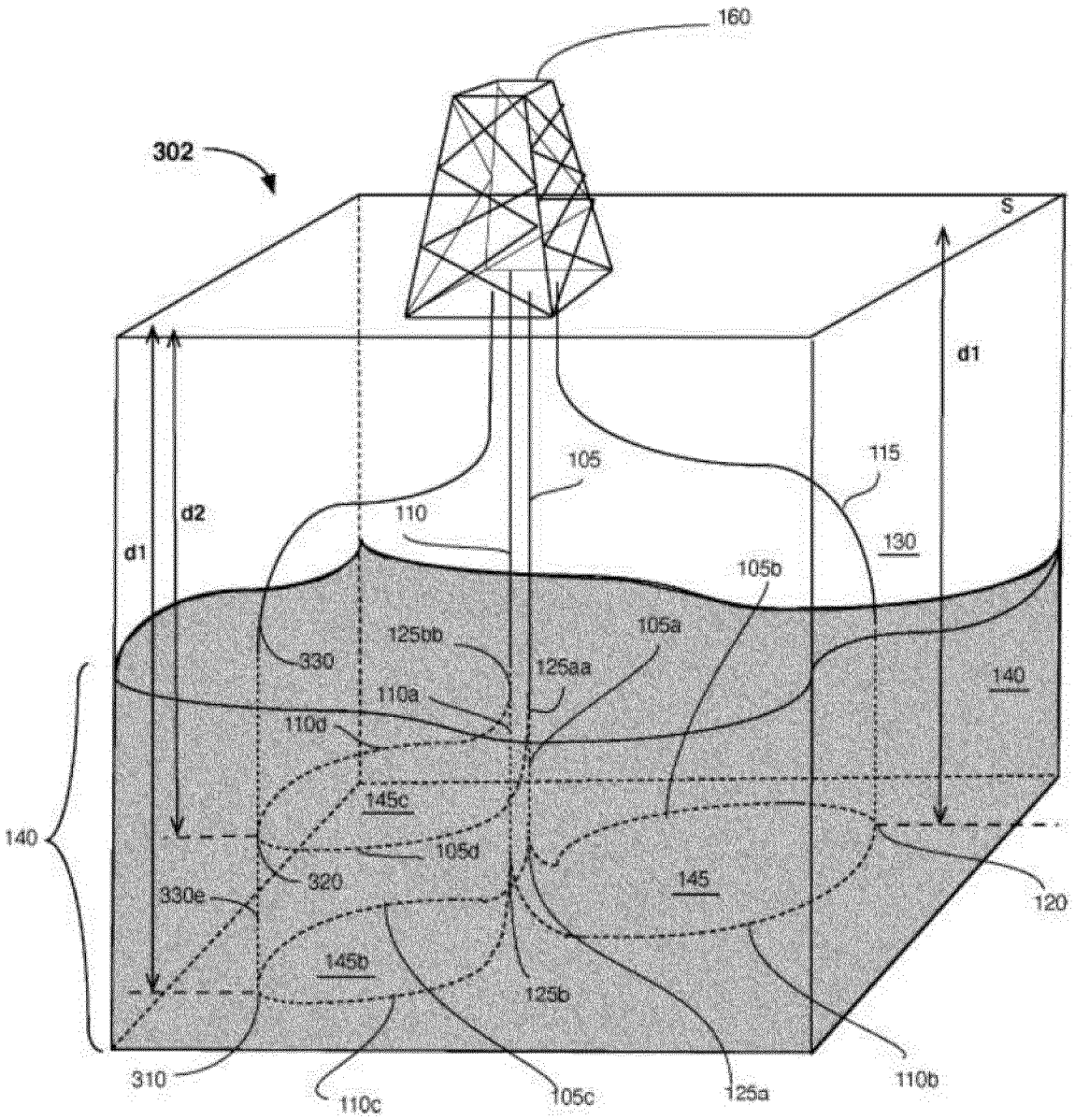
Фиг. 3A


125a
105b
120
s
140
105b'
105c
105c'
110b
110b'
300
l
110c'
310
110c
125b

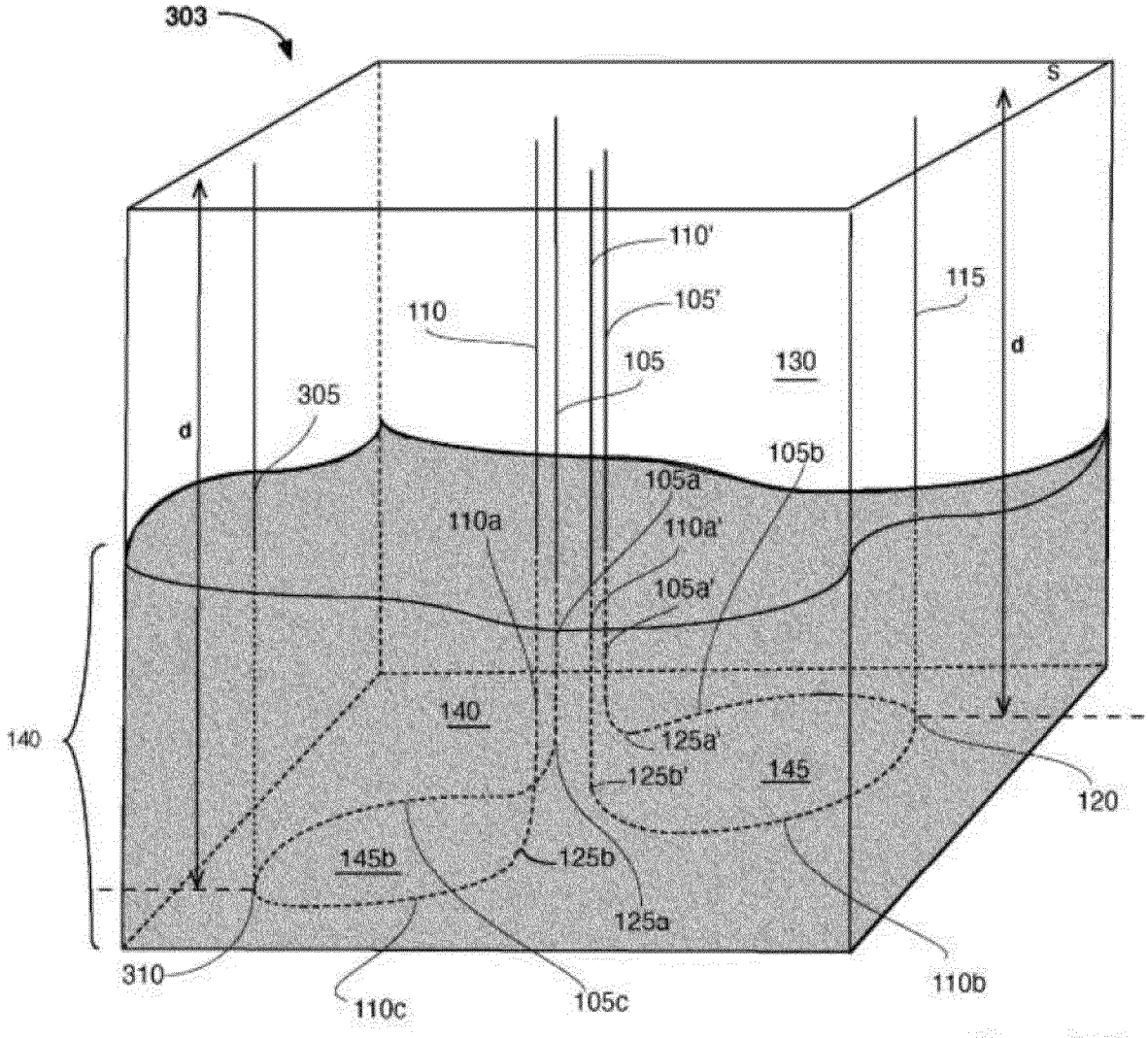
Фиг. 3B


160
301
S
d2
d1
305
105
110
130
115
d1
315
105b
125bb
105a
125aa
110a
140
110d
145c
105d
320
145
120
140
145b
125b
310
110c
105c
125a
110b

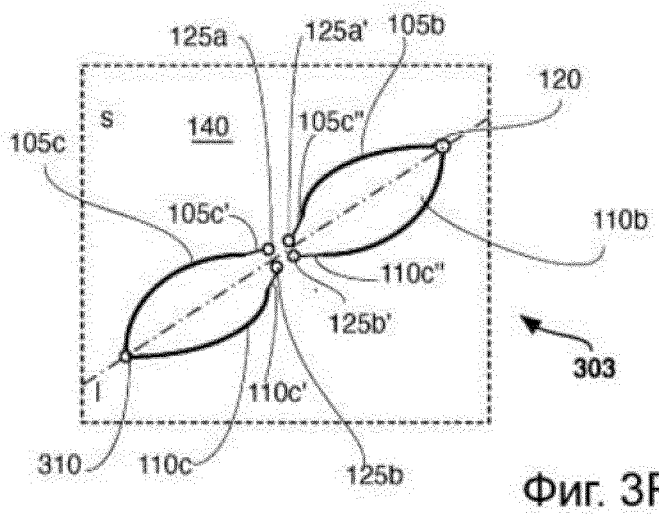
Фиг. 3C


160
302
S
d1
d2
d1
105
115
110
130
105b
105a
125bb
330
125aa
110a
140
110d
145c
140
105d
320
145
120
330e
145b
125b
310
110c
105c
125a
110b

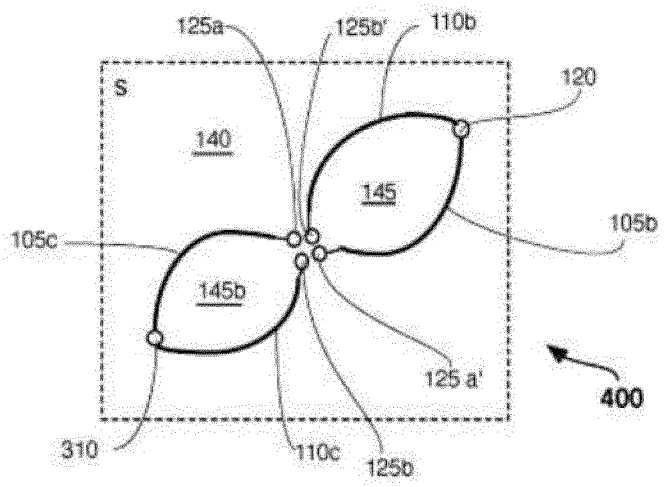
Фиг. 3D


303
s
110'
115
110
105'
105
130
d
305
d
105b
105a
110a
110a'
105a'
140
140
125a'
125b'
145
120
145b
125b
125a
310
110c
105c
110b

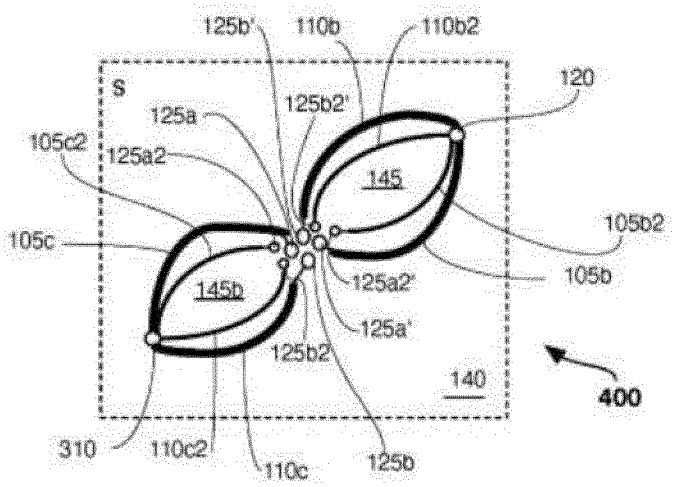
Фиг. 3E


125a
125a'
105b
120
s
140
105c"
105c
105c'
110b
110c"
125b'
303
110c'
310
110c
125b

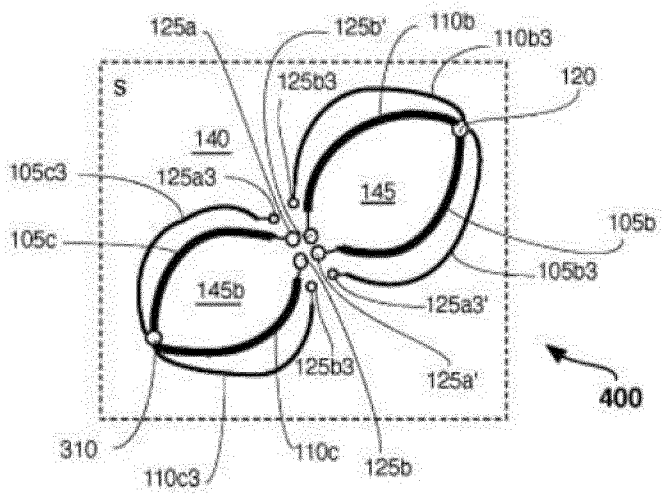
Фиг. 3F



I.

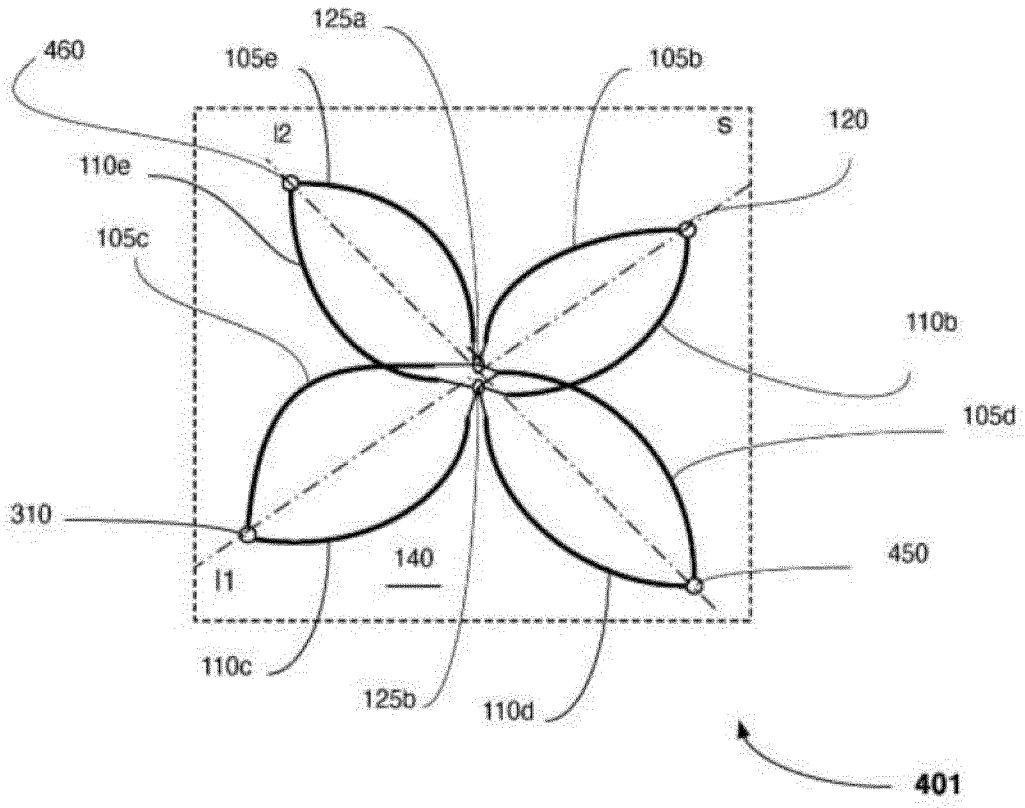


II.

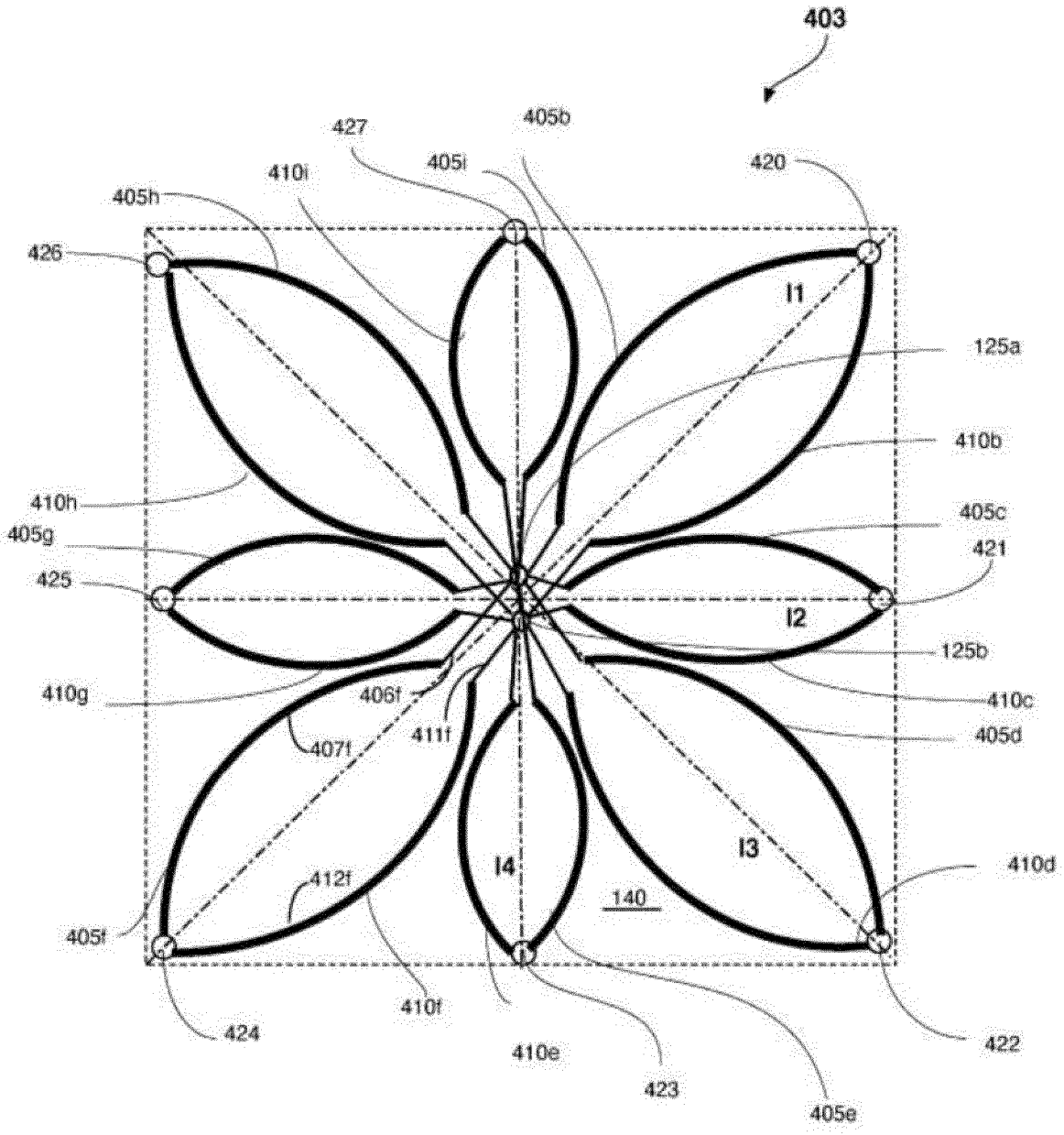


III.

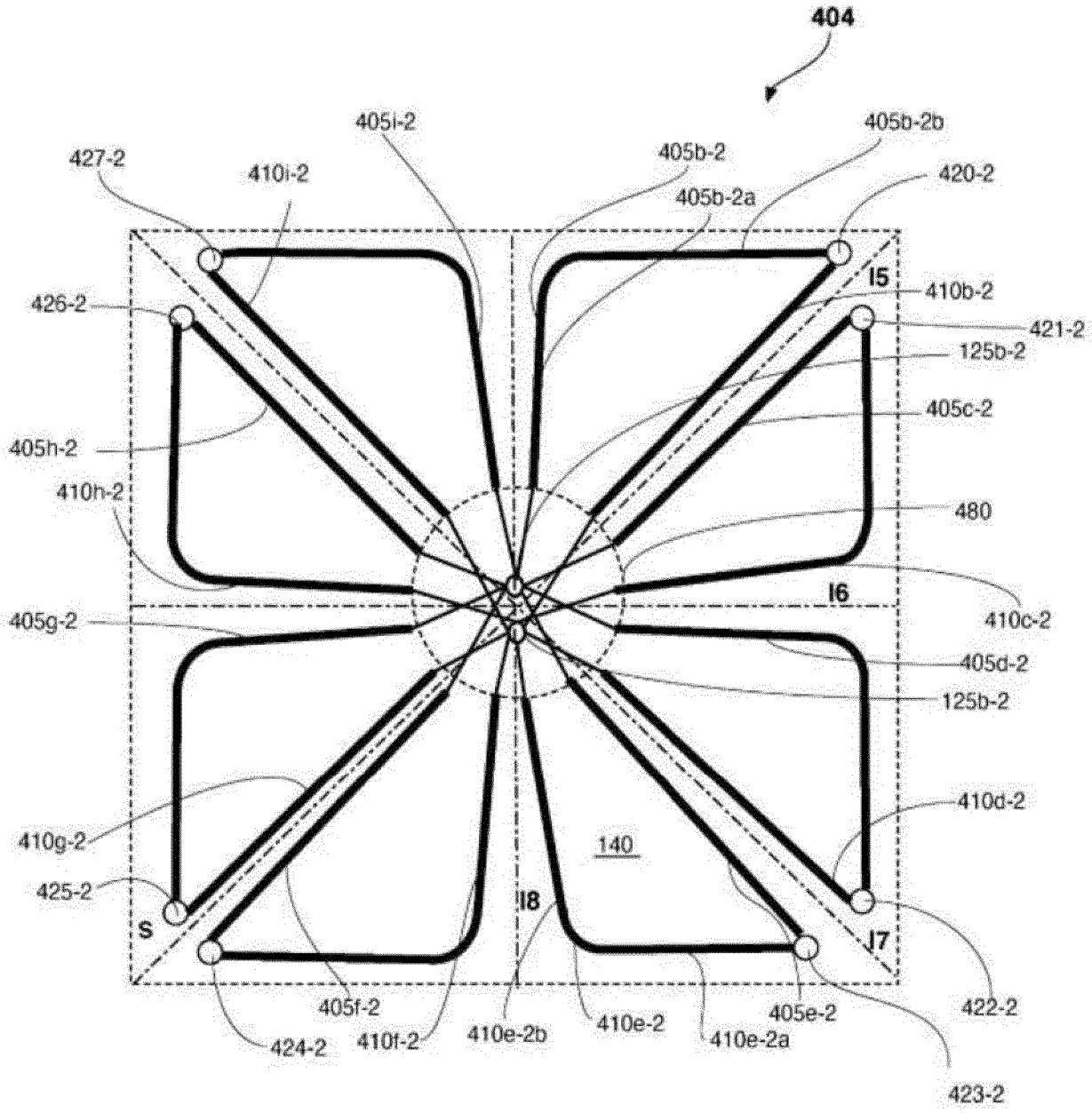
Фиг. 4A


125a
460
105e
105b
l2
S
120
110e
105c
110b
105d
310
140
450
l1
110c
125b
110d
401

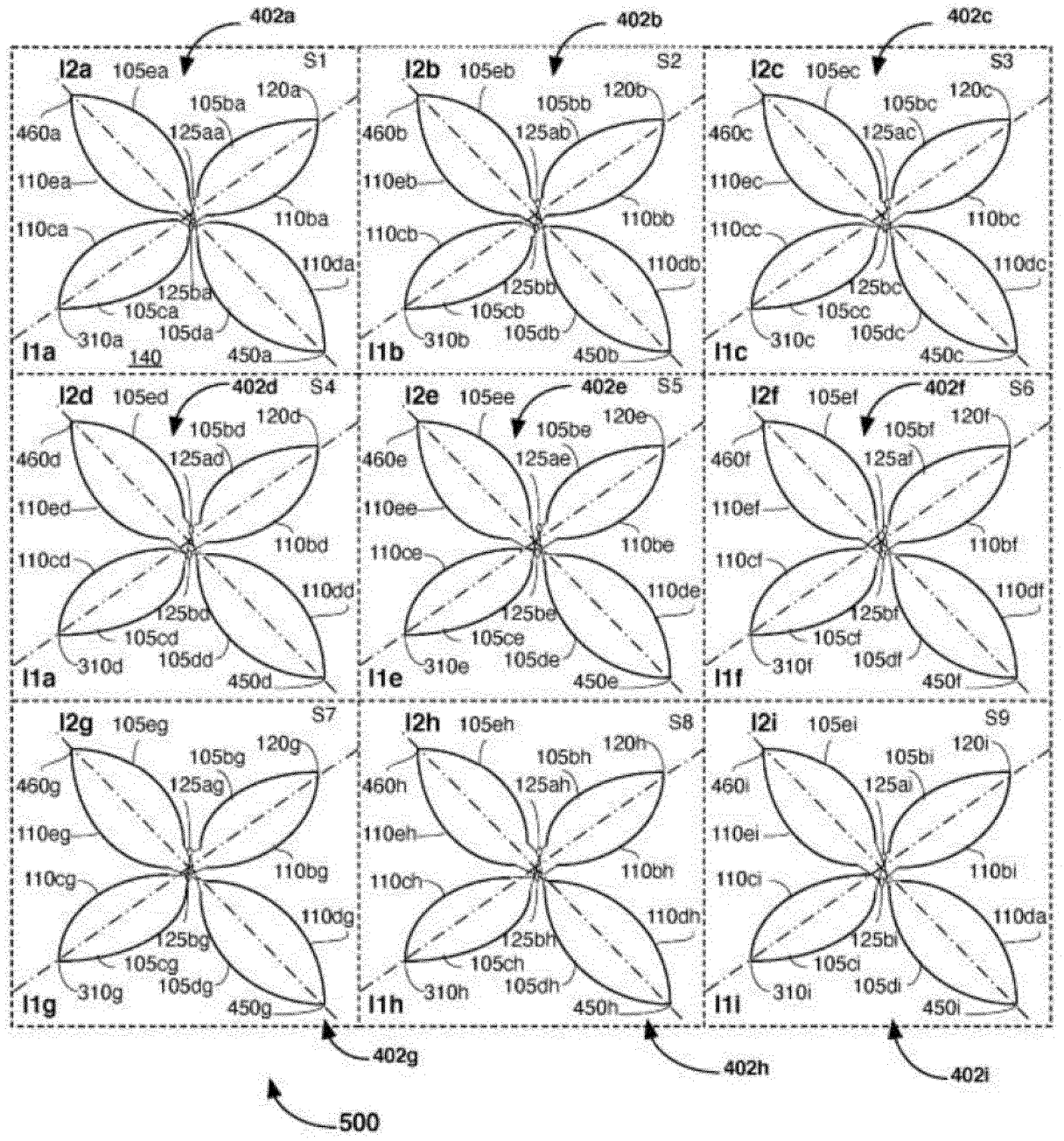
Фиг. 4B


403
427
405b
405i
420
410i
405h
426
I1
125a
410b
410h
405c
405g
421
425
I2
125b
410g
406f
410c
411f
407f
405d
I3
410d
I4
412f
140
405f
410f
424
410e
423
405e
422

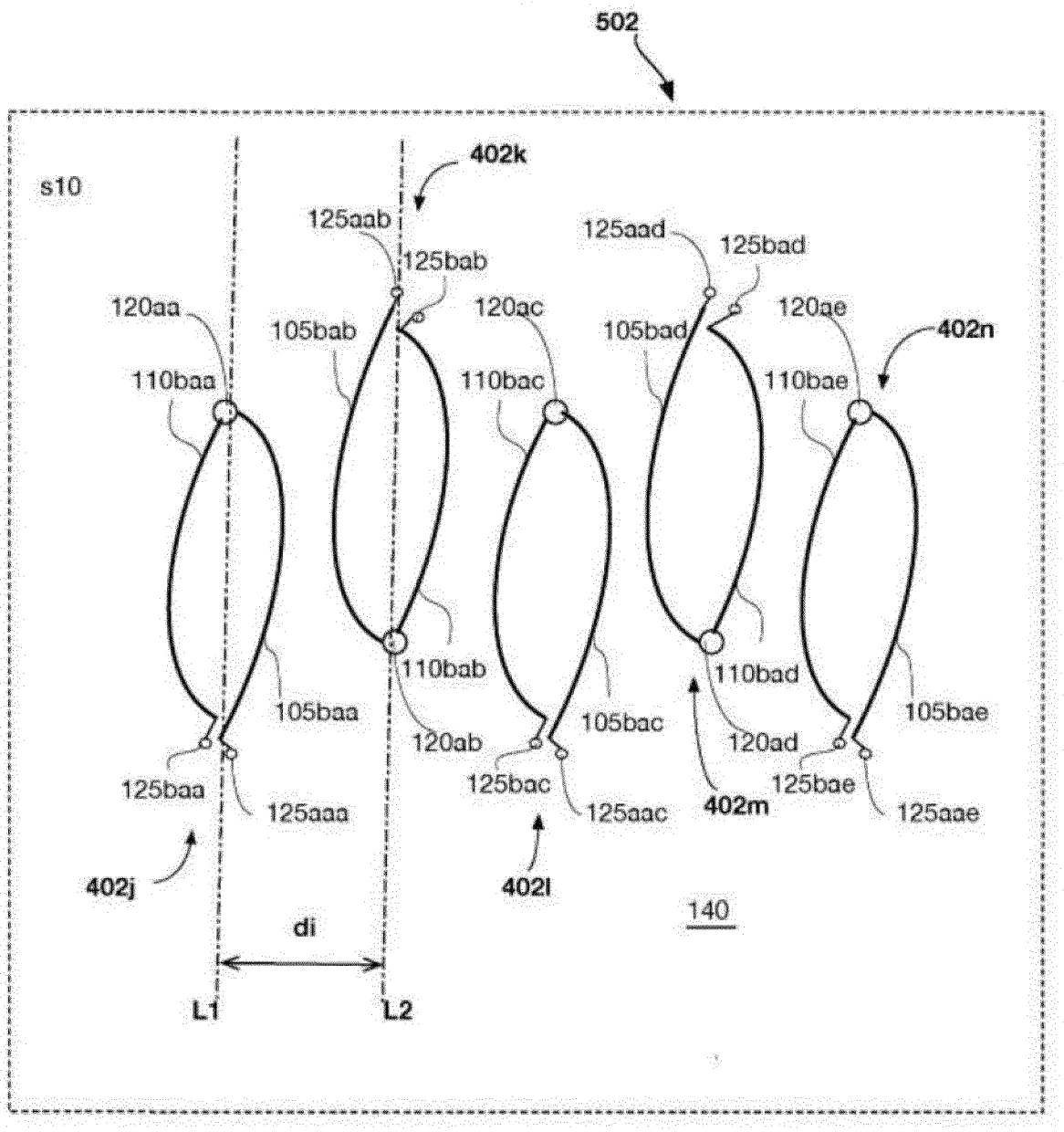
Фиг. 4C


404
405i-2
405b-2b
427-2
410i-2
405b-2
420-2
405b-2a
I5
410b-2
426-2
421-2
125b-2
405c-2
405h-2
410h-2
480
I6
410c-2
405g-2
405d-2
125b-2
410d-2
410g-2
140
425-2
I8
J7
S
422-2
405f-2
405e-2
410e-2b
410e-2
410e-2a
410f-2
424-2
423-2

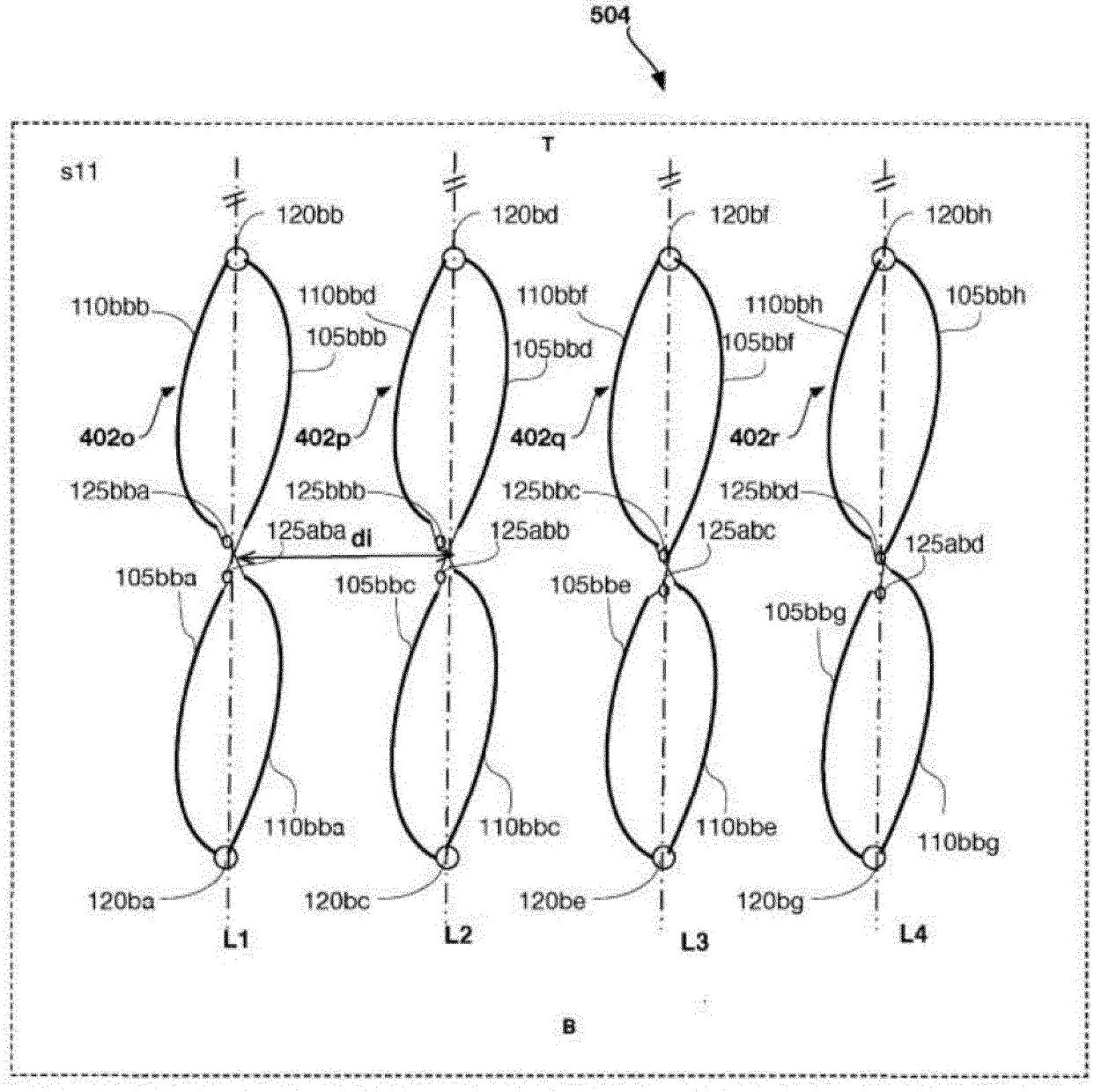
Фиг. 4D


402a
402b
402c
I2a
105ea
S1
105ba
120a
460a
125aa
110ea
110ba
110ca
110da
125ba
105ca
105da
I1a
310a
140
450a
I2b
105eb
S2
105bb
120b
460b
125ab
110eb
110bb
110cb
110db
125bb
105cb
105db
I1b
310b
450b
I2c
105ec
S3
105bc
120c
460c
125ac
110ec
110bc
110cc
110dc
125bc
105cc
105dc
I1c
310c
450c
I2d
105ed
402d
S4
105bd
120d
460d
125ad
110ed
110bd
110cd
110dd
125bd
105cd
105dd
I1a
310d
450d
I2e
105ee
402e
S5
105be
120e
460e
125ae
110ee
110be
110ce
110de
125be
105ce
105de
I1e
310e
450e
I2f
105ef
402f
S6
105bf
120f
460f
125af
110ef
110bf
110cf
110df
125bf
105cf
105df
I1f
310f
450f
I2g
105eg
S7
105bg
120g
460g
125ag
110eg
110bg
110cg
110dg
125bg
105cg
105dg
I1g
310g
450g
I2h
105eh
S8
105bh
120h
460h
125ah
110eh
110bh
110ch
110dh
125bh
105ch
105dh
I1h
310h
450h
I2i
105ei
S9
105bi
120i
460i
125ai
110ei
110bi
110ci
110da
125bi
105ci
105di
I1i
310i
450i
402g
402h
402i
500

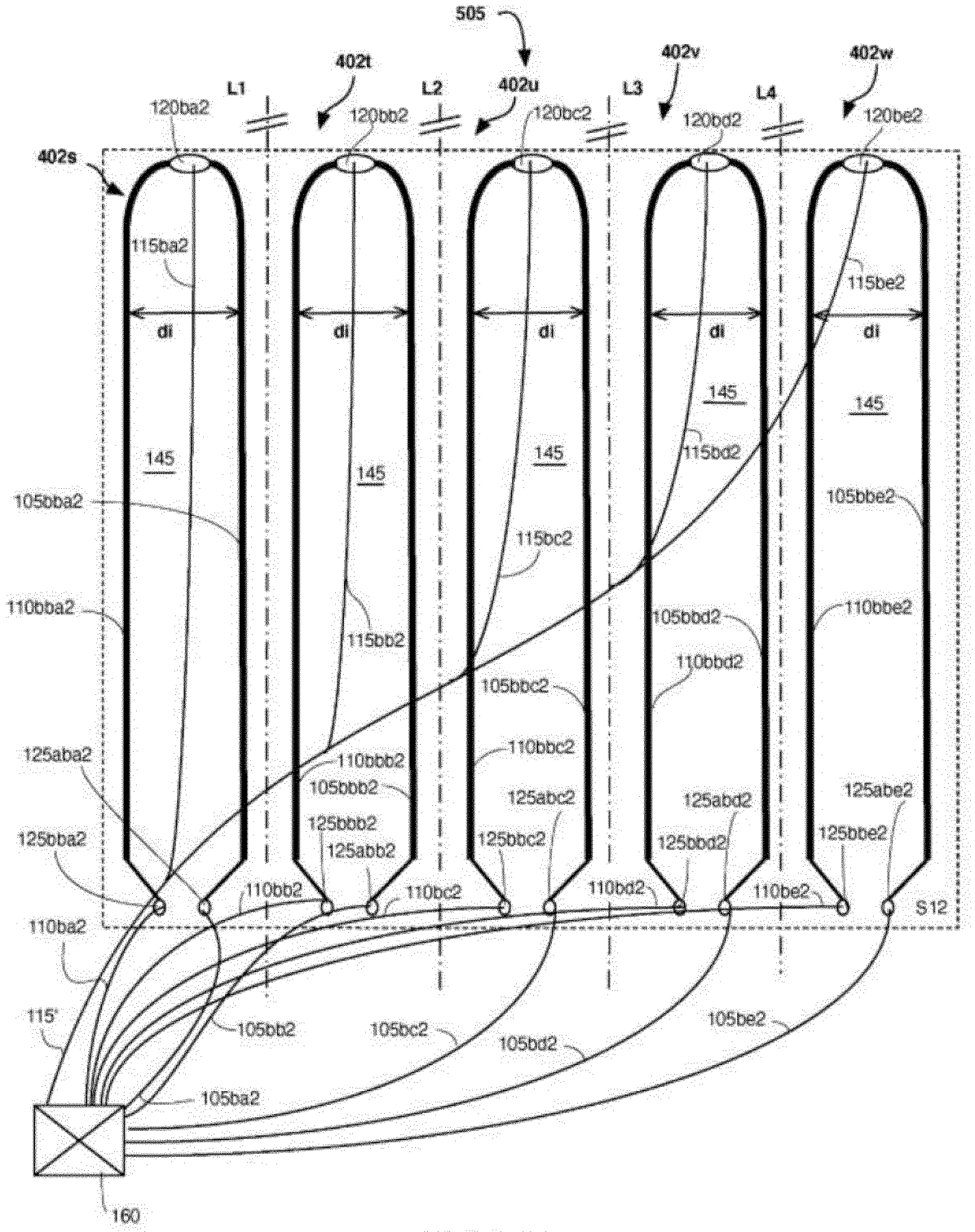
Фиг. 5A


502
s10
402k
125aab
125bab
125aad
125bad
120aa
105bab
120ac
105bad
120ae
402n
110baa
110bac
110bae
110bab
110bad
105baa
105bac
105bae
120ab
120ad
125baa
125aaa
125bac
125aac
125bae
125aae
402m
402j
402l
140
di
L1
L2

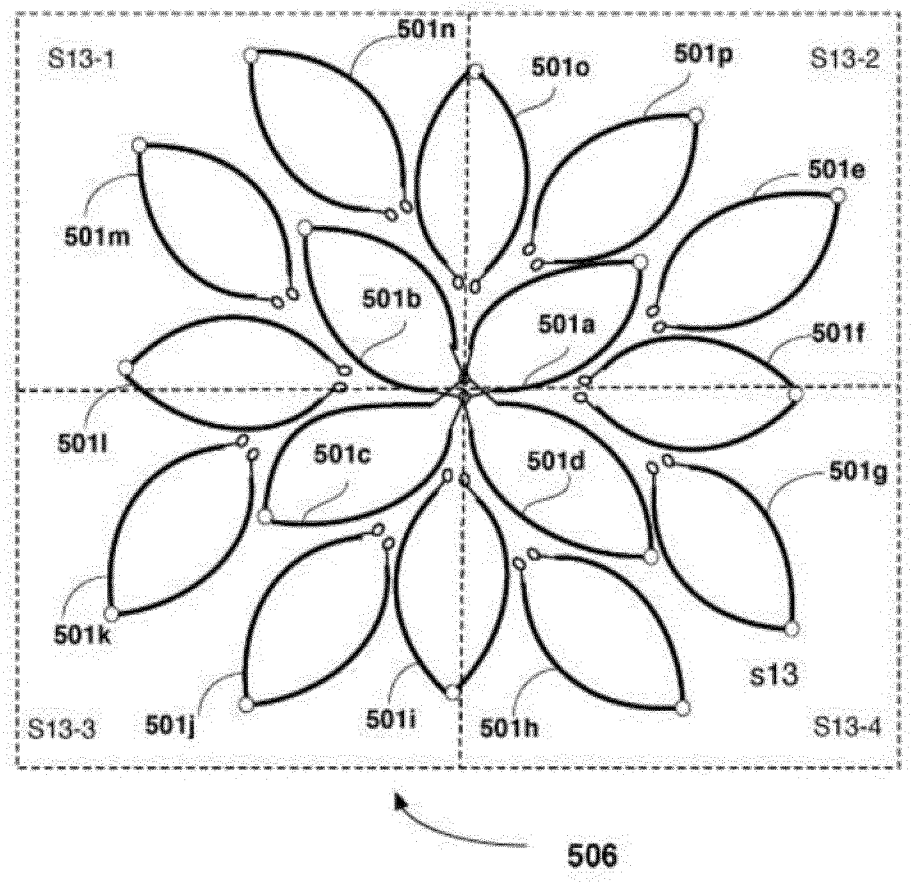
Фиг. 5B


504
T
s11
120bb
120bd
120bf
120bh
110bbb
110bbd
110bbf
110bbh
105bbh
105bbb
105bbd
105bbf
402o
402p
402q
402r
125bba
125bbb
125bbc
125bbd
125aba
dl
125abb
125abc
125abd
105bba
105bbc
105bbe
105bbg
110bba
110bbc
110bbe
110bbg
120ba
120bc
120be
120bg
L1
L2
L3
L4
B

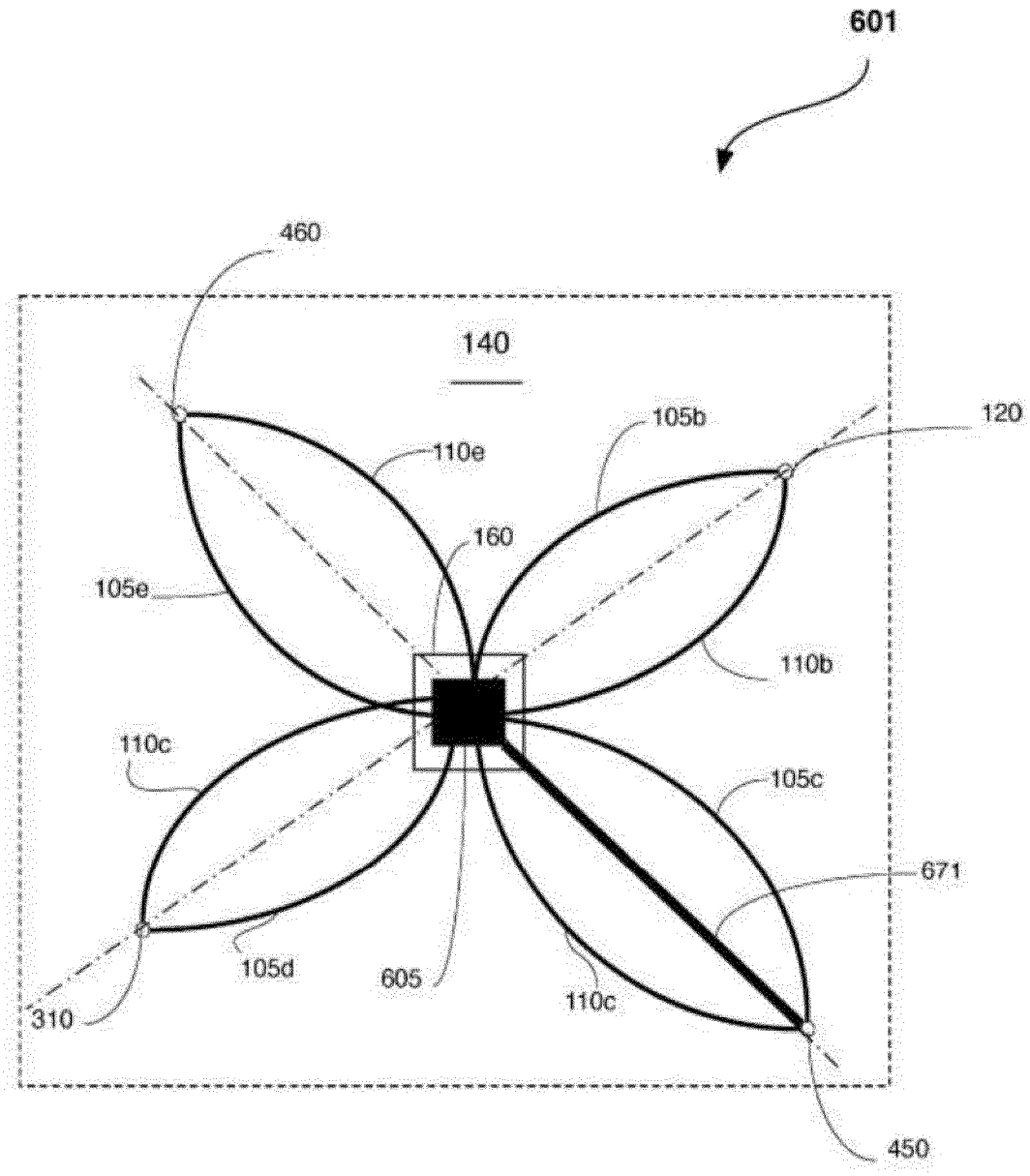
Фиг. 5C


505
402t
402u
402v
402w
402s
L1
L2
L3
L4
120ba2
120bb2
120bc2
120bd2
120be2
115ba2
115be2
di
145
115bd2
105bba2
105bbe2
115bc2
110bba2
115bb2
105bbd2
110bbe2
110bbd2
105bbc2
125aba2
110bbb2
110bbc2
105bbb2
125abc2
125abd2
125abe2
125bba2
125bbb2
125abb2
125bbc2
125bbd2
125bbe2
110bb2
110bc2
110bd2
110be2
S12
110ba2
115'
105bb2
105bc2
105bd2
105be2
105ba2
160

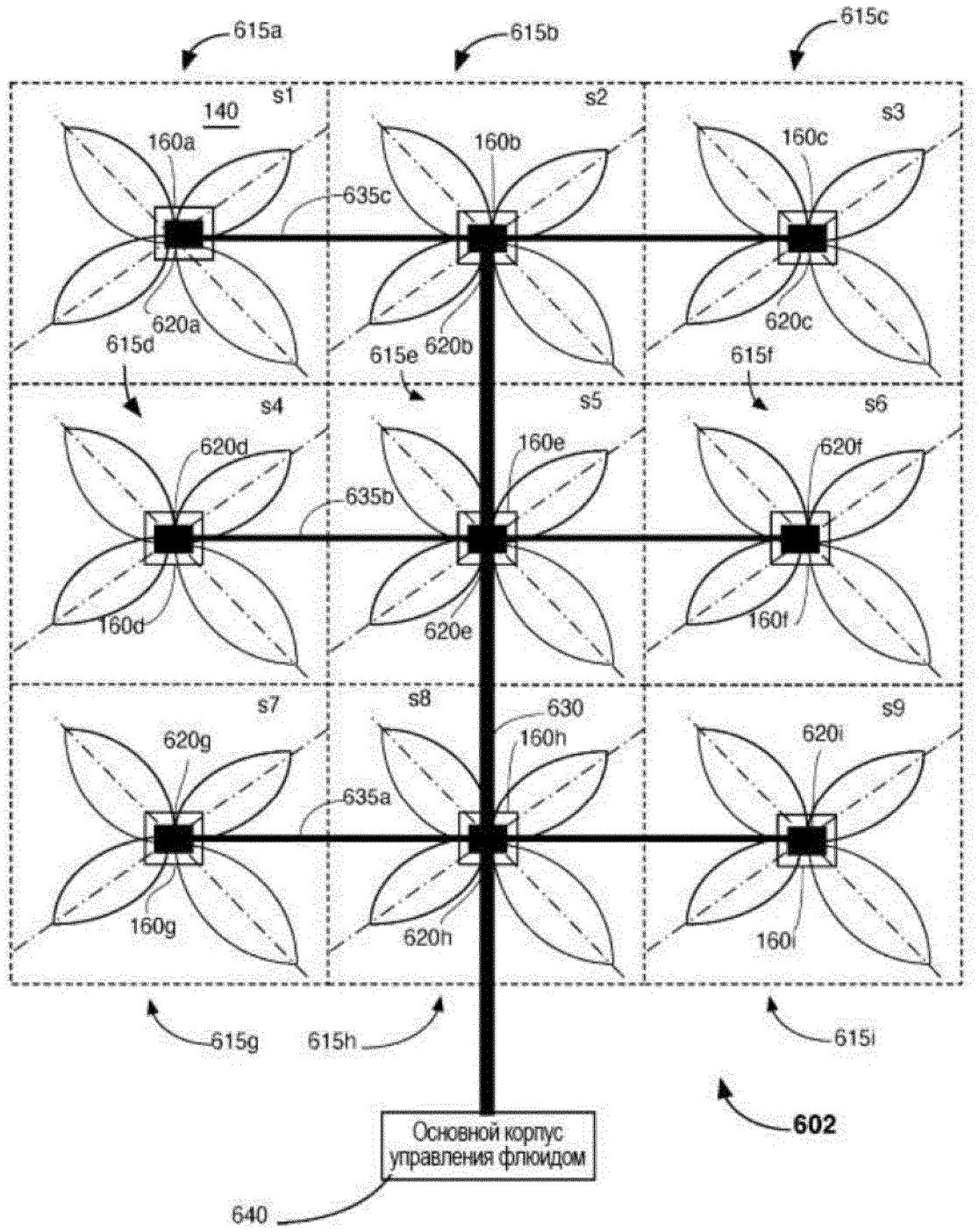
Фиг. 5D


S13-1
S13-2
S13-3
S13-4
501n
501o
501p
501e
501m
501b
501a
501f
501l
501c
501d
501g
501k
501j
501i
501h
s13
506

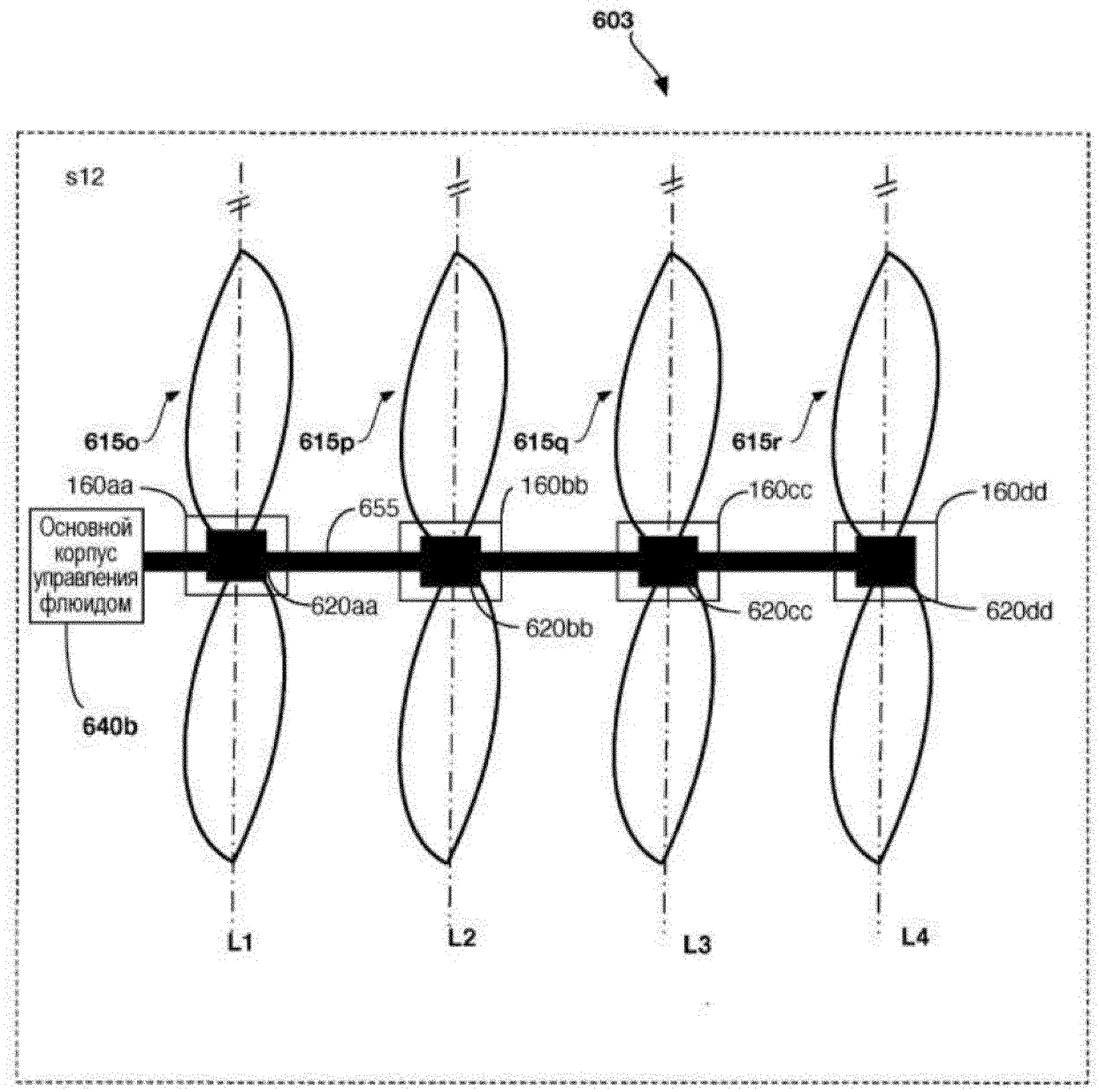
Фиг. 5E


601
460
140
105b
120
110e
160
105e
110b
110c
105c
671
105d
605
110c
310
450

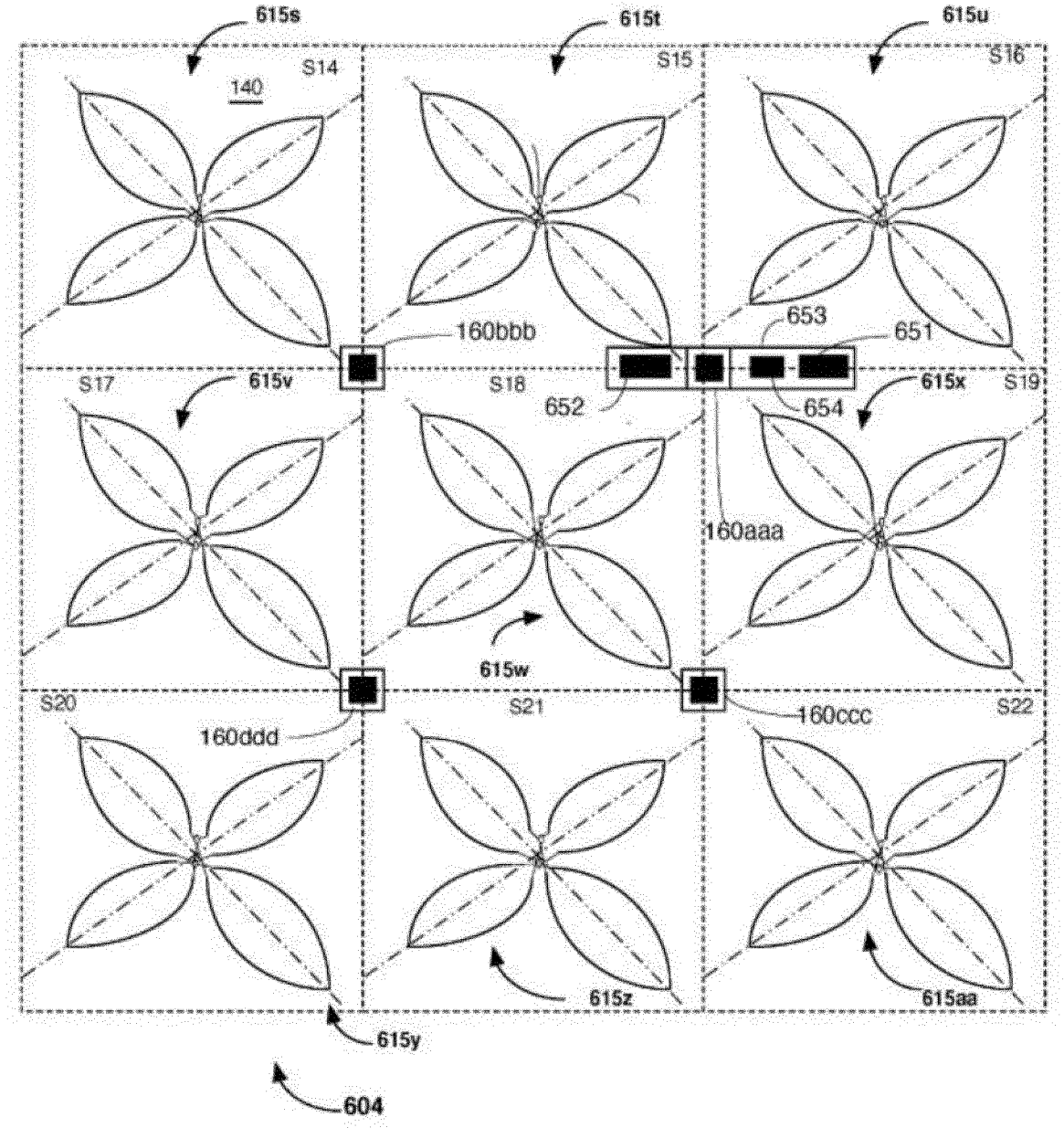
Фиг. 6A


615a
615b
615c
140
s1
s2
s3
160a
160b
160c
635c
620a
620b
620c
615d
615e
615f
s4
s5
s6
620d
160e
620f
635b
160d
620e
160f
s7
s8
s9
630
620g
160h
620i
635a
160g
620h
160i
615g
615h
615i
602
Основной корпус управления флюидом
640

Фиг. 6B


603
s12
615o
615p
615q
615r
160aa
160bb
160cc
160dd
655
Основной корпус управления флюидом
620aa
620bb
620cc
620dd
640b
L1
L2
L3
L4

Фиг. 6C


615s
615t
615u
S14
S15
S16
140
160bbb
653
651
S17
615v
S18
652
654
615x
S19
160aaa
615w
S20
160ddd
S21
160ccc
S22
615z
615aa
615y
604

Фиг. 6D