



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011121443/03, 30.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.05.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
02.06.2010 US 12/792,117

(43) Дата публикации заявки: 10.12.2012 Бюл. № 34

(45) Опубликовано: 10.06.2015 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 2008/075237 A2, 26.06.2008. RU 2358103 C2, 10.06.2009. WO 2008/004875 A1, 07.07.2006. WO 2009/026229 A1, 26.02.2009. US 6622794 A1, 15.08.2002. US 4276943 A, 07.07.1981

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-ПАТЕНТ", пат. пов. М.В. Хмаре, рег. N 771

(72) Автор(ы):

**ДИКСТРА Джейсон Д. (US),
ФРИПП Майкл Л. (US)**

(73) Патентообладатель(и):

Халлибертон Энерджи Сервисез, Инк. (US)**(54) СИСТЕМА ПЕРЕМЕННОЙ СОПРОТИВЛЯЕМОСТИ ПОТОКУ (ВАРИАНТЫ),
ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПОДЗЕМНОЙ СКВАЖИНЕ, И СИСТЕМА
СКВАЖИННОЙ ДОБЫЧИ**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к оборудованию для эксплуатации подземной скважины, обеспечивающему переменную сопротивляемость потоку различных желательных и нежелательных текучих сред в составе текучей композиции. Технический результат - усовершенствование устройства для регулирования потока. Устройство включает проточную камеру для прохождения текучей композиции, имеющую вход и выход. Обеспечена возможность поступления текучей композиции в камеру через вход в направлении, изменяющемся в зависимости от отношения содержания

желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции. Устройство имеет по меньшей мере одну конструкцию, воздействующую таким образом на любую часть текучей композиции, проходящую искривленным путем между входом и выходом, чтобы поддерживать такой искривленный поток. Указанная конструкция имеет, по меньшей мере, одно отверстие, позволяющее текучей композиции проходить прямым путем от входа к выходу. 4 н. и 44 з.п. ф-лы, 15 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011121443/03, 30.05.2011

(24) Effective date for property rights:
30.05.2011

Priority:

(30) Convention priority:
02.06.2010 US 12/792,117

(43) Application published: 10.12.2012 Bull. № 34

(45) Date of publication: 10.06.2015 Bull. № 16

Mail address:

197101, Sankt-Peterburg, a/ja 128, "ARS-PATENT",
pat. pov. M.V. Khmare, reg. N 771

(72) Inventor(s):

**DIKSTRA Dzhejson D. (US),
FRIPP Majkl L. (US)**

(73) Proprietor(s):

Khalliberton Ehnerdzhi Servisez, Ink. (US)

(54) **SYSTEM OF ALTERNATE RESISTANCE TO FLOW (VERSIONS) DESIGNED FOR USE IN UNDERGROUND WELL AND SYSTEM OF WELL PRODUCTION**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: group of inventions relates to equipment of underground well operation, providing for alternate resistance to a flow of various wanted and unwanted fluid media within a fluid composition. The technical result - flow regulation device improvement. The device comprises a through chamber for the passage of the fluid composition, having an inlet and an outlet. There is a possibility provided for the fluid composition arrival into the chamber via the inlet in the direction

that changes depending on the ratio between the content of the wanted fluid medium and unwanted fluid medium within the fluid composition. The device comprises at least one structure acting therefore at any part of the fluid composition passing in a curved manner between the inlet and outlet to maintain such a curved flow.

EFFECT: specified structure has at least one hole making it possible for the fluid medium to pass straight from the inlet to the outlet.

48 cl, 15 dwg

RU 2 552 275 C 2

RU 2 552 275 C 2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится в целом к применяемому оборудованию и операциям, выполняемым при эксплуатации подземной скважины, а в описанном ниже примере, в частности, представлена система переменной сопротивляемости потоку.

5 Уровень техники

В скважине по добыче углеводородов многократным преимуществом является наличие возможности регулировать поток текучих сред из геологического пласта в скважину. Такое регулирование может служить достижению различных целей, включая предотвращение образования водяного или газового конуса в пласте, минимизацию
10 добычи песка, минимизацию добычи воды и/или газа, максимизацию добычи нефти и/или газа, балансирование добычи между зонами и т.п.

В нагнетательной скважине обычно желательно равномерно нагнетать воду, пар, газ и т.п. во множество зон так, чтобы углеводороды равномерно вытеснялись по геологическому пласту и чтобы нагнетаемая текучая среда не прорывалась
15 преждевременно к эксплуатационной скважине. Таким образом, способность регулировать поток текучих сред из скважины в геологический пласт также может быть полезной для нагнетательных скважин.

Следовательно, нетрудно понять, что в вышеуказанных обстоятельствах существует потребность усовершенствований в области регулируемого ограничения потока текучей
20 среды в скважине, и такие усовершенствования могли бы быть полезными в большом разнообразии других обстоятельств.

Раскрытие изобретения

В поданном ниже описании представлена система переменной сопротивляемости потоку, позволяющая усовершенствовать технологию регулирования потока текучей
25 среды в скважинах. Ниже представлено описание одного варианта, в котором характеристики текучей композиции (такие, как вязкость, плотность, скорость и т.п.) определяют сопротивление потоку текучей композиции со стороны системы. Ниже представлен также другой вариант, в котором сопротивление потоку текучей композиции со стороны системы базируется на соотношении между содержанием желательной
30 текучей среды и нежелательной текучей среды в составе текучей композиции.

В одном аспекте настоящее изобретение предлагает для данной области техники систему переменной сопротивляемости потоку, предназначенную для применения в подземной скважине. Такая система может включать проточную камеру, по которой текучая композиция проходит в скважину. Эта камера имеет вход и выход. Текучая
35 композиция поступает в камеру через вход в направлении, которое изменяется в зависимости от соотношения между содержанием желательной текучей среды и нежелательной текучей среды в текучей композиции.

В другом аспекте настоящего изобретения представлена скважинная система добычи. Эта скважинная система добычи может включать систему переменной сопротивляемости
40 потоку, по которой проходит текучая композиция между трубной колонной и геологическим пластом, окружающим скважину этой системы добычи. Такая система переменной сопротивляемости потоку содержит проточную камеру, по которой протекает текучая композиция. Эта камера имеет выход и только один вход. Текучая композиция проходит более прямым путем от входа до выхода по мере увеличения
45 отношения желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в текучей композиции.

Еще в одном аспекте настоящего изобретения система переменной сопротивляемости потоку может содержать проточную камеру, по которой проходит текучая композиция

в подземной скважине. Эта камера имеет вход, выход и, по меньшей мере, одну конструкцию, воздействующую на текучую композицию, проходящую искривленным образом между входом и выходом, для поддержания такого непрямого потока.

Эти и другие особенности, преимущества и выгоды будут понятны

5 квалифицированным специалистам после внимательного рассмотрения поданного ниже подробного описания представленных вариантов исполнения изобретения с прилагающимися чертежами, на которых аналогичные элементы на разных фигурах обозначены одними и теми же номерами.

Краткое описание чертежей

10 Фиг.1 - схематичный вид с частичным разрезом скважинной системы добычи, в которой могут быть осуществлены принципы настоящего изобретения.

Фиг.2 - увеличенное изображение схематичного вида в разрезе скважинного фильтра и системы переменной сопротивляемости потоку, которые могут применяться в скважинной системе добычи по Фиг.1.

15 Фиг.3А и 3Б - схематичные «развернутые» виды одной конфигурации системы переменной сопротивляемости потоку, выполненные по линии 3-3 Фиг. 2.

Фиг.4А и 4Б - схематичный вид сверху другой конфигурации системы переменной сопротивляемости потоку.

20 Фиг.5А и 5Б - схематичный вид сверху еще одной конфигурации системы переменной сопротивляемости потоку.

Фиг.6А и 6Б - схематичный вид сверху еще одной конфигурации системы переменной сопротивляемости потоку.

25 Фиг.7А-7В - схематичные виды сверху дополнительных конфигураций системы переменной сопротивляемости потоку, а Фиг.7Г - график зависимости сопротивления потоку от вязкости для конфигурации по Фиг.7В.

Фиг.8 - график зависимости относительного падения давления от относительной скорости потока для потока воды и нефти через систему переменной сопротивляемости потока.

Осуществление изобретения

30 На Фиг.1 представлен вариант системы скважинной добычи 10, в которой могут быть осуществлены принципы настоящего изобретения. Как показано на Фиг.1, скважина 12 имеет в целом вертикальный необсаженный участок 14, тянущийся вниз от обсадной оболочки 16, а также в целом горизонтальный необсаженный участок 18, проходящий через геологический пласт 20.

35 В скважине 12 установлена трубная колонна 22 (например, эксплуатационная трубная колонна). В трубной колонне 22 установлены связанные между собой множество скважинных фильтров 24, систем переменной сопротивляемости потоку 25 и уплотнителей 26.

40 Уплотнители 26 изолируют затрубное пространство 28, образованное в радиальном направлении между трубной колонной 22 и участком скважины 18. Таким способом текучие среды 30 можно добывать из множества горизонтов или зон пласта 20 через изолированные участки затрубного пространства 28, образованные между соседними парами уплотнителей 26.

45 Между каждой парой соседних уплотнителей 26 в трубной колонне 22 располагают взаимосвязанные скважинный фильтр 24 и систему переменной сопротивляемости потоку 25. Скважинный фильтр 24 фильтрует текучие среды 30, входящие в трубную колонну 22 из затрубного пространства 28. Система переменной сопротивляемости потоку 25 регулирует прохождение текучих сред 30 в трубную колонну 22, по-разному

ограничивая прохождение в зависимости от определенных характеристик этих текучих сред.

Здесь следует заметить, что скважинная система добычи 10 описана и показана на чертежах просто в качестве одного примера из широкого разнообразия скважинных систем добычи, в которых могут быть осуществлены принципы настоящего изобретения. Следует отчетливо понимать, что принципы настоящего изобретения совсем не ограничиваются какими-либо деталями скважинной добывающей системы 10 или ее компонентами, представленными на чертежах или в описании.

Например, в соответствии с принципами настоящего изобретения совсем не обязательно, чтобы скважина 12 содержала в целом вертикальный участок 14 или в целом горизонтальный участок 18. Совсем не обязательно, чтобы текучие среды 30 только добывались из пласта 20, поскольку в других примерах текучие среды могут нагнетаться в пласт, текучие среды можно как нагнетать в пласт, так и добывать из пласта, и т.д.

Совсем не обязательно, чтобы между каждой соседней парой уплотнителей 26 располагались и скважинный фильтр 24 и система переменной сопротивляемости потоку 25. Совсем не обязательно, чтобы одна система переменной сопротивляемости потоку 25 применялась во взаимодействии с одним скважинным фильтром 24. Эти компоненты могут применяться в любом количестве, в любом порядке расположения и/или комбинации.

Совсем не обязательно, чтобы любая система переменной сопротивляемости потоку 25 применялась со скважинным фильтром 24. Например, в нагнетательных операциях нагнетаемая текучая среда может проходить через систему переменной сопротивляемости потоку 25, не проходя через скважинный фильтр 24.

Совсем не обязательно, чтобы скважинные фильтры 24, системы переменной сопротивляемости потоку 25, уплотнители 26 и любые другие компоненты трубной колонны 22 располагались в необсаженных участках 14, 18 скважины 12. В соответствии с принципами настоящего изобретения любой участок скважины 12 может быть обсажен или не обсажен, и любая часть трубной колонны 22 может располагаться в необсаженном или обсаженном участке скважины.

Таким образом, следует отчетливо понимать, что настоящее описание иллюстрирует каким образом можно выполнить и применить определенные варианты исполнения настоящего изобретения, но принципы изобретения не ограничиваются какими-либо деталями таких вариантов. Напротив, эти принципы могут быть применимы к множеству других вариантов, выполненных на основе знаний, полученных из данного описания.

Квалифицированным специалистам в данной области будет понятно, что было бы очень выгодно иметь возможность регулировать поток текучих сред 30 в трубную колонну 22 из каждой зоны пласта 20, например, для предотвращения образования водяного конуса 32 или газового конуса 34 в пласте. Другие цели применения регулировки потока в скважине включают, но не ограничивая, балансирование добычи из множества зон (или нагнетания в них), минимизацию добычи или нагнетания нежелательных текучих сред, максимизацию добычи или нагнетания желательных текучих сред, и т.д.

Варианты исполнения систем переменной сопротивляемости потоку 25, подробно описанные ниже, могут обеспечить эти преимущества путем повышения сопротивления потоку в случае, когда скорость текучей среды увеличивается до значения, превышающего выбранный уровень (например, чтобы таким образом балансировать поток между зонами, предотвращать образование водяного или газового конуса и т.п.),

путем повышения сопротивления потоку в случае, когда вязкость или плотность текучей среды уменьшается до значения ниже выбранного уровня (например, чтобы таким образом ограничить поток нежелательной текучей среды, скажем, воды или газа в нефтескважине) и/или путем повышения сопротивления потоку в случае, когда вязкость или плотность текучей среды увеличивается до значения, превышающего выбранный уровень (например, чтобы таким образом минимизировать нагнетание воды в процессе нагнетания пара в скважину).

Применяемый здесь термин «вязкость» используется для обозначения любого из реологических свойств, включая кинематическую вязкость, предел текучести, вязкопластичность, поверхностное натяжение, способность смачиваться и т.п.

Какая текучая среда является желательной, а какая - нежелательной, зависит от цели выполняемых операций добычи или нагнетания. Например, если требуется добывать нефть из скважины, но не добывать воду или газ, то нефть является желательной текучей средой, а вода и газ являются нежелательными текучими средами. Если требуется добывать газ из скважины, но не добывать воду или нефть, то желательной текучей средой является газ, а нежелательными текучими средами - вода и нефть. Если требуется нагнетать в пласт пар, но не нагнетать воду, то пар является желательной текучей средой, а вода - нежелательной текучей средой.

Следует заметить, что при имеющихся на большой глубине значениях температур и давлений углеводородный газ может в действительности частично или полностью пребывать в жидкой фазе. Поэтому, следует понимать, что при использовании термина «газ» в данном описании он включает сверхкритическую, жидкую или газовую фазу этой текучей среды.

На Фиг.2 представлен с увеличением вид в разрезе одного варианта системы переменной сопротивляемости потоку 25 и части одного скважинного фильтра 24. В этом варианте текучая композиция 36 (которая может включать одну текучую среду или несколько, например, нефть и воду, жидкую воду и пар, нефть и газ, газ и воду, нефть, воду и газ и т.п.) проходит в скважинный фильтр 24, там фильтруется и затем проходит во вход 38 системы переменной сопротивляемости потоку 25.

Текучая композиция может содержать одну или несколько желательных или нежелательных текучих сред. В составе текучей композиции могут сочетаться вода и пар. В другом примере текучей композиции могут сочетаться нефть, вода и/или газ.

Поток текучей композиции 36 через систему переменной сопротивляемости потоку 25 испытывает сопротивление, зависящее от одной или нескольких характеристик (например, плотности, вязкости, скорости и т.п.) текучей композиции. Затем текучая композиция 36 выходит из системы переменной сопротивляемости потоку 25 и проходит внутрь трубной колонны 22 через выход 40.

В других вариантах скважинный фильтр 24 может не применяться в сочетании с системой переменной сопротивляемости потоку 25 (например, в операциях нагнетания), текучая композиция 36 может проходить в противоположном направлении через различные элементы системы скважинной добычи 10 (например, в операциях нагнетания), одна система переменной сопротивляемости потоку может применяться в сочетании с множеством скважинных фильтров, множество систем переменной сопротивляемости потоку могут применяться в сочетании с одним или несколькими скважинными фильтрами, текучая композиция может поступать из участков скважины (или выходить в эти участки), не относящихся к затрубному пространству или трубной колонне, текучая композиция может проходить через систему переменной сопротивляемости потоку прежде, чем пройти через скважинный фильтр, любые другие

компоненты могут взаимосвязанно располагаться выше или ниже по течению относительно скважинного фильтра и/или системы переменной сопротивляемости потоку, и т.п. Таким образом, следует понимать, что принципы настоящего изобретения совершенно не ограничиваются деталями варианта, показанного на Фиг.2 и описанного

5

Хотя показанный на Фиг.2 скважинный фильтр 24 относится к известному в данной области типу скважинных фильтров с проволочной обмоткой, в других вариантах можно применять любые другие типы или комбинации скважинных фильтров (например, фильтры из спеченного порошка, объемные, сетчатые, напыляемые и т.п.). Кроме того,

10

по желанию можно применять дополнительные компоненты (например, кожухи, обводные трубы, трубопроводы, контрольно-измерительную аппаратуру, датчики, регуляторы притока и т.п.).

На Фиг.2 представлена система переменной сопротивляемости потоку 25 в упрощенной форме, но в предпочтительном варианте исполнения эта система может

15

включать различные каналы и устройства для выполнения различных функций, как подробно описано ниже. Кроме того, в предпочтительном варианте система 25, по меньшей мере, частично располагается, выступая по окружности вокруг трубной колонны 22, или же эта система может быть сформирована в стенке трубной конструкции, связанной с трубной колонной в качестве ее составной части.

В других примерах система 25 может не быть расположенной вокруг трубной колонны или не быть сформированной в стенке трубной конструкции. Например, система 25 может быть сформирована в плоской конструкции и т.д. Система 25 может быть расположена в отдельном корпусе, прикрепленном к трубной колонне 22, или же она может быть сориентирована таким образом, чтобы ось выхода 40 была

20

25

параллельной оси трубной колонны. Система 25 может находиться в контрольно-измерительной цепи или присоединяться к устройству, форма которого отличается от трубной. В соответствии с принципами настоящего изобретения можно применять любую ориентацию или конфигурацию системы 25.

На Фигурах 3А и 3Б представлен более подробный вид в разрезе одного варианта системы 25. На этих Фигурах 3А и 3Б система 25 показана так, как будто она

30

«развернута» из своей кольцеобразной конфигурации в практически плоскую конфигурацию.

Как было описано выше, текучая композиция 36 входит в систему 25 через вход 38, а выходит из системы через выход 40. Сопротивление потоку текучей композиции 36 при прохождении ее через систему 25 изменяется в зависимости от одной или нескольких

35

характеристик этой текучей композиции.

На Фиг.3А текучая композиция 36, обладающая низкой вязкостью и/или высокой плотностью на относительно высокой скорости проходит через проточный канал 42 от входа системы 38 до входа 44 проточной камеры 46. Проточный канал 42 имеет

40

резкий поворот 48, расположенный непосредственно перед входом 44. Этот резкий поворот 48 показан в виде закругления проточного канала 42 под углом девяносто градусов с относительно малым радиусом, но по желанию можно применять и другие виды изменений направления.

Как показано на Фиг.3А, камера 46 в целом имеет цилиндрическую форму и, до резкого поворота направления 48, проточный канал 42 направляет поток текучей композиции в целом тангенциально по отношению к камере. Вследствие относительно высокой скорости, низкой вязкости и/или высокой плотности текучей композиции 36 ее поток не может послушно следовать по резкому повороту направления 48, а

45

продолжает движение в камеру 46 через вход 44 в направлении, расположенном под существенным углом (см. угол А на Фиг.3А) к прямому направлению 50 от входа 44 до выхода 40. Таким образом, текучая композиция 36 будет двигаться с искривлением от входа 44 до выхода 40, в итоге спирально закручиваясь внутрь к выходу.

5 И напротив, на Фиг.3Б через проточный канал 42 ко входу 44 камеры проходит поток текучей композиции 36, обладающей высокой вязкостью и/или низкой плотностью и на относительно низкой скорости. Следует заметить, что в этом варианте текучая композиция 36 будет более послушно соблюдать резкий поворот в направлении 48 проточного канала 42, а следовательно, будет проходить через вход 44 в камеру 46 по
10 направлению, которое лишь на небольшой угол (см. угол а на Фиг.3Б) отличается от прямого направления 50 между входом 44 и выходом 40. Таким образом, в этом варианте поток текучей композиции 36 от входа 44 к выходу 40 будет гораздо более прямым.

Следует отметить, что как показано на Фиг.3Б, текучая композиция 36 также выходит из камеры 46 через выход 40 в направлении, расположенном лишь под небольшим
15 углом по отношению к прямому направлению 50 между входом 44 и выходом 40. Таким образом, текучая композиция 36 выходит из камеры 46 в направлении, которое изменяется в зависимости от скорости, вязкости, плотности и/или отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной в составе текучей композиции.

Нетрудно понять, что движение потока текучей композиции 36 по более
20 искривленному пути, как показано в варианте на Фиг.3А, будет отбирать большее количество энергии текучей композиции при той же скорости движения, а следовательно, и будет испытывать большее сопротивление потоку, чем движение по более прямому пути, выполняемое потоком текучей композиции в варианте по Фиг.3Б. Если желательной текучей средой является нефть, а вода и/или газ -нежелательными текучими
25 средами, то нетрудно понять, что система переменной сопротивляемости потоку 25 по Фигурам 3А и 3Б будет оказывать тем меньшее сопротивление потоку текучей композиции 36, чем большим будет отношение содержания желательной текучей среды к нежелательной в ее составе, и наоборот, сопротивление будет тем большим, чем меньшим будет отношение содержания желательной текучей среды к нежелательной.

30 Поскольку камера 46 имеет в целом цилиндрическую форму, как показано в вариантах по Фигурам 3А и 3Б, прямое направление 50 между входом 44 и выходом 40 является радиальным направлением. Движение потока 42 выше по течению от резкого поворота 48 направлено в целом тангенциально по отношению к камере 46 (т.е., перпендикулярно к линии, проходящей радиально от центра камеры). Однако, в соответствии с
35 принципами настоящего изобретения камера 46 не обязательно должна иметь цилиндрическую форму, и прямое направление 50 между входом 44 и выходом 40 не обязательно будет радиальным направлением.

Поскольку камера 46 в этом варианте имеет цилиндрическую форму с центральным выходом 40 и текучая композиция 36 (по меньшей мере, на Фиг.3А) спирально
40 закручивается в камере, увеличивая скорость вблизи выхода под воздействием разности давлений между входом 44 и выходом, такую камеру можно рассматривать как «вихревую» камеру.

На Фигурах 4А и 4Б представлена другая конфигурация системы переменной
45 сопротивляемости потоку 25. Конфигурация по Фигурам 4А и 4Б во многих отношениях подобна конфигурации по Фигурам 3А и 3Б, но отличается, по меньшей мере, тем, что проточный канал 42 намного больше вытянут в радиальном направлении по отношению к камере 46 выше по течению относительно резкого поворота направления 48, а этот резкий поворот вынуждает поток текучей композиции 36 отклоняться от прямого

направления 50 между входом 44 и выходом 40.

На Фиг.4А поток текучей композиции 36, обладающей относительно высокой вязкостью, низкой скоростью и/или низкой плотностью, под воздействием резкого поворота направления 48 вынужден двигаться в камеру 46 в направлении, отклоняющемся от прямого направления 50 (например, под относительно большим углом А к прямому направлению). Таким образом, текучая композиция 36 будет проходить по камере 46 искривленным путем прежде, чем выйдет через выход 40.

Следует заметить, что эта ситуация является противоположной ситуации, описанной выше для Фиг.3Б, когда текучая композиция 36 с относительно высокой вязкостью, низкой скоростью и/или низкой плотностью поступает в камеру 46 через вход 44 в направлении, отклоняющемся лишь на небольшой угол от прямого направления 50 между входом и выходом 40. Однако, сходство конфигураций по Фигурам 3Б и 4А состоит в том, что поток текучей композиции 36 стремится изменить направление в соответствии с резким поворотом 48 в проточном канале 42.

И напротив, на Фиг.4Б текучая композиция 36 с относительно высокой скоростью, низкой вязкостью и/или высокой плотностью проходит через проточный канал 42 на вход камеры 44. Следует заметить, что в этом варианте поток текучей композиции 36 не стремится послушно следовать резкому повороту направления 48 проточного канала 42, и поэтому проходит через вход 44 в камеру 46 в направлении, отклоняющемся лишь на небольшой угол от прямого направления 50 между входом 44 и выходом 40. Следовательно, в этом варианте текучая композиция 36 будет проходить более прямо от входа 44 до выхода 40.

Нетрудно понять, что движение потока текучей композиции 36 по более искривленному пути, как показано в варианте на Фиг.4А, будет отбирать большее количество энергии текучей композиции при той же скорости движения, а следовательно, и будет испытывать большее сопротивление потоку, чем движение по более прямому пути, выполняемое потоком текучей композиции в варианте по Фиг.4Б. Если желательной текучей средой является газ или пар, а вода и/или нефть - нежелательными текучими средами, то очевидно, что система переменной сопротивляемости потоку по Фигурам 4А и 4Б будет оказывать тем меньшее сопротивление потоку текучей композиции 36, чем большим будет отношение содержания желательной текучей среды к нежелательной в ее составе, и наоборот, сопротивление потоку будет тем большим, чем меньшим будет отношение содержания желательной текучей среды к нежелательной в составе композиции.

На Фигурах 5А и 5Б представлена другая конфигурация системы переменной сопротивляемости потоку 25. Конфигурация варианта по Фигурам 5А и 5Б во многих отношениях подобна конфигурации по Фигурам 3А и 3Б, но отличается, по меньшей мере, тем, что проточный канал 42 расположен не радиально и не тангенциально по отношению к камере 46, а также тем, что здесь нет резкого поворота направления проточного канала непосредственно перед входом 44 в камеру (хотя в других вариантах резкий поворот направления может применяться в проточном канале, расположенном не радиально и не тангенциально по отношению к проточной камере).

На Фиг.5А поток текучей композиции 36 с относительно высокой скоростью, низкой вязкостью и/или высокой плотностью входит в камеру 46 через вход 44 под относительно большим углом А по отношению к прямому направлению 50 между входом и выходом 40. Следовательно, текучая композиция 36 проходит по искривленному пути через камеру 46, в итоге закручиваясь по спирали внутрь к выходу 40.

Проточный канал 42 имеет участок с повышенной пропускной способностью 52

непосредственно перед входом 44 в камеру, но текучая композиция 36 в варианте по Фиг.5А по большей части не изменяет направления на этом участке с повышенной пропускной способностью перед входом в камеру 46. Однако, в варианте по Фиг.5Б текучая композиция 36 имеет более низкую скорость, повышенную вязкость и/или пониженную плотность, и эта текучая композиция использует преимущество участка повышенной пропускной способности 52 для изменения направления прежде, чем попасть в камеру 46 через вход 44.

Нетрудно понять, что движение потока текучей композиции 36 по более искривленному пути, как показано в варианте на Фиг.5А, будет отбирать большее количество энергии текучей композиции при той же скорости движения, а следовательно, и будет испытывать большее сопротивление потоку, чем движение по значительно более прямому пути, выполняемое потоком текучей композиции в варианте по Фиг.5Б. Если желательной текучей средой является нефть, а вода и/или газ - нежелательными текучими средами, то очевидно, что система переменной сопротивляемости потоку по Фигурам 5А и 5Б будет оказывать тем меньшее сопротивление потоку текучей композиции 36, чем большим будет отношение содержания желательной текучей среды к нежелательной в ее составе, и наоборот, сопротивление потоку будет тем большим, чем меньшим будет отношение содержания желательной текучей среды к нежелательной в составе композиции.

Угол наклона проточного канала 42 по отношению к камере 46 (например, по отношению к радиусу камеры) можно варьировать, тем самым добиваясь соответствующего изменения сопротивления потоку текучих сред с определенными значениями скорости, вязкости, плотности и т.п. Кроме того, по желанию можно варьировать параметры (например, размеры, положение и т.п.) участка с повышенной пропускной способностью 52 для изменения сопротивления, оказываемого системой 25 потоку определенных текучих сред.

На Фигурах 6А и 6Б представлена еще одна конфигурация системы переменной сопротивляемости потоку 25. Конфигурация варианта по Фигурам 6А и 6Б во многих отношениях подобна конфигурации по Фигурам 3А и 3Б, но отличается, по меньшей мере, тем, что конфигурация по Фигурам 6А и 6Б включает конструкцию 54 в камере 46 и не содержит резкого поворота направления проточного канала 42 непосредственно перед входом 44 в камеру (хотя в других вариантах резкий поворот направления может применяться в системе, которая также содержит конструкцию в проточной камере).

На Фигуре 6А поток текучей композиции 36 с относительно высокой скоростью, низкой вязкостью и/или высокой плотностью поступает в камеру 46 через вход 44 и продолжает движение по камере, испытывая воздействие конструкции 54. Таким образом, поток текучей композиции 36, двигаясь через камеру 46, постепенно обходя конструкцию 54 через отверстия 56, искривляется, в итоге закручиваясь внутрь по спирали к выходу 40.

Однако, на Фиг.6Б текучая композиция 36 имеет более низкую скорость, повышенную вязкость и/или пониженную плотность. Текучая композиция 36 в этом варианте способна с большей готовностью изменять направление своего движения, входя в камеру 46 через вход 44, что позволяет ей проходить относительно прямо от входа к выходу 40 через отверстие 56.

Хотя на Фиг.6Б показано, что текучая композиция 36 проходит прямо от входа 44 до выхода 40 через расположенное между ними отверстие 56, следует понимать, что для текучей композиции не является необходимостью проходить прямо от входа до выхода, когда сопротивление потоку со стороны системы 25 понижено, и не обязательно

одно из отверстий 56 располагать прямо между входом и выходом. Поток текучей композиции 36 может несколько поворачиваться у выхода 40 при сниженном сопротивлении потоку со стороны системы 25, однако этот поворот потока текучей композиции будет меньшим, чем он был бы для текучей композиции, обладающей

5 повышенной скоростью, пониженной вязкостью и/или повышенной плотностью.

Нетрудно понять, что движение потока текучей композиции 36 по более искривленному пути, как показано в варианте на Фиг.6А, будет отбирать большее количество энергии текучей композиции при той же скорости движения, а следовательно, и будет испытывать большее сопротивление потоку, чем движение по значительно

10 более прямому пути, выполняемое потоком текучей композиции в варианте по Фиг.6Б. Если желательной текучей средой является нефть, а вода и/или газ - нежелательными текучими средами, то очевидно, что система переменной сопротивляемости потоку 25 по Фигурам 6А и 6Б будет оказывать тем меньшее сопротивление потоку текучей композиции 36, чем большим будет отношение содержания желательной текучей среды

15 к нежелательной в ее составе, и наоборот, сопротивление потоку будет тем большим, чем меньшим будет отношение содержания желательной текучей среды к нежелательной в составе композиции.

Конструкция 54 может состоять из одной или нескольких расположенных по окружности лопастей с одним или несколькими отверстиями 56 между лопастью

20 (лопастями). В качестве альтернативы или дополнения конструкция 54 может иметь форму одного или нескольких расположенных по окружности углублений в стенках камеры 46. Конструкция 54 может выступать внутрь и/или наружу по отношению к стенкам камеры 46. Конструкции 54 могут располагаться радиально или по диагонали, иметь чашеобразную форму и т.п. То есть, очевидно, что в соответствии с принципами

25 настоящего изобретения можно применять любой тип конструкции, выполняющей функцию искривления потока текучей композиции 36 при продолжении его движения по камере 46.

В других вариантах исполнения можно располагать конструкции 54 таким образом, чтобы они выпрямляли закрученный по спирали (или искривленный иным образом)

30 поток текучей композиции 36, делая его более прямолинейным к выходу 40. Например, такого результата можно достичь с помощью радиально-ориентированных и/или чашеобразных конструкций. Потоки текучей среды с относительно низкой плотностью, высокой вязкостью и низкой скоростью с большей легкостью изменяют направление, встречаясь с такими конструкциями.

Естественно, показанные на Фигурах 6А и 6Б конструкции 54 также могут достичь этого результата (выпрямления потоков с пониженной плотностью, повышенной вязкостью и пониженной скоростью), благодаря тому факту, что их присутствие несколько препятствует искривленному потоку у выхода 40, и для любой части текучей композиции, двигающейся искривлено у выхода, требуется изменение направления

40 движения, отклоняющее его к выходу. В частности, отверстия 56 предоставляют возможность потоку текучей композиции 36 изменить направление и проходить более прямо по направлению к выходу 40, и эти возможности будет гораздо легче использовать текучим средам с пониженной плотностью, повышенной вязкостью и пониженной скоростью. Если желательная текучая среда (например, нефть и т.п.)

45 обладает относительно высокой вязкостью и/или относительно низкой плотностью (например, по сравнению с водой), то любая часть текучей композиции 36, протекающая по искривленному пути у выхода 40, будет тем сильнее отклоняться конструкциями 54 в сторону выхода, чем больше будет отношение содержания желательной текучей среды

к нежелательной в составе данной текучей композиции.

Хотя в вариантах, представленных на Фигурах 3А-6Б применяется только один вход 44 для впуска текучей композиции 36 внутрь камеры 46, однако, в других вариантах по желанию можно предусмотреть множество входов. Текучая композиция 36 может 5 входить в камеру 46 через множество входов 44 одновременно или раздельно. Например, различные входы 44 можно применять в том случае, когда текучая композиция 36 имеет соответствующие различные характеристики (например, различные значения скорости, вязкости, плотности и т.п.).

На Фигурах 7А-7В представлены различные варианты расположения множества 10 проточных камер 46 в различных конфигурациях систем переменной сопротивляемости потоку 25. Эти конфигурации демонстрируют, что определенных преимуществ можно достичь путем комбинирования множества проточных камер в системе переменной сопротивляемости потоку 25.

На Фиг.7А множество проточных камер 46, подобных показанной на Фиг.3А и 3Б, 15 соединены последовательно. Текучая композиция 36 проходит от входа 38 к первой камере 46а, затем - от выхода первой камеры ко входу второй камеры 46б, а затем - к выходу 40 системы переменной сопротивляемости потоку 25.

Комбинирование множества однотипных камер 46 в последовательность 20 соответственно увеличивает эффект сопротивляемости потоку системы 25. Хотя на Фиг.7А показаны только две камеры 46а, 46б, однако, в соответствии с принципами настоящего изобретения можно последовательно соединять любое количество камер и любого типа (например, другие типы камер, показанные на Фигурах 4А-6Б).

На Фиг.7Б различные типы камер 46 соединены последовательно. В этом варианте 25 первая камера 46а относится к типу камер, показанных на Фиг.3А и 3Б, а вторая камера 46б относится к типу камер, показанных на Фиг.4А и 4Б.

Путем комбинирования множества камер 46 различных типов в последовательность 30 можно скомбинировать эффекты сопротивляемости потоку различных камер, получая уникальные соотношения между характеристиками (такими, как скорость, вязкость, плотность и т.п.) текучей композиции 36, протекающей через систему 25, и сопротивлением потоку со стороны этой системы. Пример этого показан на Фиг.7Г и подробнее описан ниже.

Хотя на Фиг.7Б показаны только две камеры 46а, 46б, однако, в соответствии с 35 принципами настоящего изобретения можно последовательно соединять любое количество камер и любого типа (например, другие типы камер, показанные на Фигурах 5А-6Б) в любой комбинации.

На Фиг.7В камеры различного типа 46 соединены параллельно. В этом варианте 40 одна камера 46а относится к типу камер, показанных на Фиг.3А и 3Б, а другая камера 46б относится к типу камер, показанных на Фиг.4А и 4Б. Текучая композиция 36 не течет из одной камеры 46а в другую камеру 46б, а течет параллельно через обе камеры.

В чем-то аналогично варианту по Фиг.7Б, комбинирование множества камер 46 45 различных типов в параллельном соединении можно применять для получения уникальных соотношений между характеристиками (такими, как скорость, вязкость, плотность и т.п.) потока текучей композиции, проходящей через систему 26, и сопротивлением потоку со стороны системы.

Хотя на Фиг.7В показаны только две камеры 46а, 46б, однако, в соответствии с 45 принципами настоящего изобретения можно параллельно соединять любое количество камер и любого типа (например, другие типы камер, показанные на Фигурах 5А-6Б) в любой комбинации. Более того, не обязательно комбинировать камеры 46 только в

последовательности или только в параллели, поскольку в соответствии с принципами настоящего изобретения проточные камеры в составе одной системы переменной сопротивляемости потоку 25 можно комбинировать и в последовательности, и в параллели.

5 На Фиг.7Г представлен график зависимости сопротивления потоку от вязкости для текучей композиции 36, проходящей через систему переменной сопротивляемости потоку 25. Вязкость текучей композиции 36 используется на Фиг.7Г в качестве характеристики текучей среды для демонстрации того, как сопротивление системы 25
10 характеристики текучей среды, но следует отчетливо понимать, что сопротивление системы потоку может также уникальным образом варьироваться в зависимости от изменения других характеристик (например, скорости, плотности и т.п.) текучей композиции.

В представленном на Фиг.7Г варианте множество камер 46 скомбинированы в составе
15 системы переменной сопротивляемости потоку 25 для того, чтобы получить сопротивление потоку, которое было бы относительно высоким, если в составе текучей композиции 36 содержится относительно много воды, но было бы относительно низким, если в составе текучей композиции содержится относительно много газа или нефти. Очевидно, что это было бы очень выгодно в работе скважины, добывающей
20 углеводороды в тех обстоятельствах, когда желательной является добыча нефти и газа, а добыча воды - нежелательна.

На Фиг.8 представлен пример графика зависимости между относительной скоростью потока текучей среды и относительным падением давления для различных текучих сред, проходящих через один из вариантов системы переменной сопротивляемости
25 потоку 25, представленных на Фигурах 6А и 6Б. В этом примере перепад давления по системе 25 имеет возможность изменяться при изменении скорости прохождения текучей среды через систему.

Следовательно, скорость прохождения текучей среды через систему 25 является удобным индикатором сопротивления потоку текучей среды через систему. Однако,
30 на практике, когда система переменной сопротивляемости потоку 25 установлена в скважину, перепад давления по системе может не испытывать значительного изменения со временем.

Как показано на Фиг.8, при определенном значении падения давления скорость прохождения нефти через систему 25 будет существенно выше скорости прохождения
35 воды через эту систему. С другой точки зрения, при определенном значении относительной скорости потока воды требуется значительно большее падение давления по системе 25, чем падение давления при той же скорости потока нефти. Таким образом, потоку желательной текучей среды (в этом случае - нефти) система оказывает меньшее сопротивление, а потоку нежелательной текучей среды (в этом случае - воды) система
40 оказывает большее сопротивление.

Хотя выше были описаны различные конфигурации системы переменной сопротивляемости потоку 25, каждая из которых имеет определенные особенности, отличающиеся от особенностей других конфигураций, следует отчетливо понимать, что эти особенности не являются взаимоисключающими. Наоборот, любая описанная
45 выше особенность любой конфигурации системы 25 может применяться с другими конфигурациями. Например, конструкцию 54, относящуюся к конфигурации системы 25, показанной на Фигурах 6А и 6Б, можно применять в любой из конфигураций системы по Фигурам 3А-5Б и 7А-7В.

Теперь можно вполне оценить, что описанное выше изобретение предоставляет ряд усовершенствований в области регулирования потока текучей среды в скважине. Система переменной сопротивляемости потоку 25 оказывает большее сопротивление потоку текучей композиции 36 в том случае, когда она содержит больше нежелательной текучей среды, и эта же система оказывает меньшее сопротивление потоку текучей среды в том случае, когда она содержит больше желательной текучей среды. Эти преимущества достигаются, несмотря на то, что система 25 имеет относительно простую конструкцию, легко и экономично изготавливается и надежно работает.

В частности, описанное выше изобретение предоставляет для данной области техники систему переменной сопротивляемости потоку 25, предназначенную для применения в подземной скважине. Эта система 25 может включать проточную камеру 46, через которую в скважине проходит текучая композиция 36. Эта камера 46 имеет вход 44 и выход 40. Текучая композиция 36 поступает в камеру 46 через вход 44 в направлении, которое изменяется в зависимости от отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной в составе текучей композиции 36.

В описанных выше вариантах текучая композиция 36 может поступать в камеру 46 только через вход 44. В других вариантах камера 46 может иметь множество входов 44.

Система 25 может также включать проточный канал 42, направляющий текучую композицию 36 на вход 44. Этот проточный канал 42 может иметь резкий поворот 48 непосредственно возле входа 44.

Проточный канал 42 выше по течению от резкого поворота направления 48 может быть расположен в целом радиально по отношению к камере 46, или же в целом тангенциально по отношению к камере 46. В других вариантах проточный канал может располагаться не радиально и не тангенциально по отношению к камере 46.

Система 25 может включать, по меньшей мере, одну конструкцию 54, которая воздействует на любую часть текучей композиции, проходящую искривленным путем между входом 44 и выходом 40, для поддержания такого искривленного пути потока. Эта конструкция 54 может содержать, по меньшей мере, либо лопасть, либо углубление. Конструкция 54 может выступать внутрь или наружу по отношению к стенке камеры 46. Конструкция 54 может иметь, по меньшей мере, одно отверстие 56, позволяющее текучей композиции 36 проходить прямо от входа 44 к выходу 40.

Система 25 может включать, по меньшей мере, одну конструкцию 54, которая воздействует на любую часть текучей композиции, проходящую искривленным путем между входом 44 и выходом 40, вынуждая ее проходить более прямо к выходу 40. Воздействие конструкции 54 на часть текучей композиции 36, вынуждающее ее двигаться более прямо к выходу 40, может повышаться с повышением вязкости текучей композиции 36, с уменьшением плотности текучей композиции 36, с увеличением отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной в составе текучей композиции 36, и/или со снижением скорости текучей композиции 36.

Прохождение потока текучей композиции 36 может быть тем более прямым от входа 44 до выхода 40, чем выше вязкость текучей композиции 36, чем ниже скорость этой текучей композиции и/или чем выше плотность этой текучей композиции.

Предпочтительно, чтобы поток текучей композиции 36 проходил более прямо от входа 44 до выхода 40 по мере увеличения отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе композиции.

Прямое направление 50 может проходить между входом 44 и выходом 40.

Направление, в котором текучая композиция 36 поступает в камеру 46 через вход 44

может быть расположено под углом по отношению к прямому направлению 50, при этом угол (например, углы А и а) зависит от характеристики текучей композиции 36.

В описании настоящего изобретения также представлена система скважинной добычи 10, которая может включать систему переменной сопротивляемости потоку 25, через которую проходит текучая композиция 36 на пути между трубной колонной 22 и геологическим пластом 20, окружающим скважину 12 добывающей системы 10. Эта система переменной сопротивляемости потоку 25 может включать проточную камеру 46, через которую проходит текучая композиция 36, при этом проточная камера 46 имеет выход 40 и только один вход 44. Путь прохождения текучей композиции 36 от входа 44 до выхода 40 может быть тем более прямым, чем больше отношение содержания желательной текучей среды к нежелательной в составе текучей композиции 36.

Текучая композиция 36 может поступать в камеру 46 через вход 44 в направлении, которое изменяется в зависимости от отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции 36. Предпочтительно, чтобы прямое направление 50 проходило между входом 44 и выходом 40, а направление, под которым текучая композиция 36 поступает в камеру 46 через вход 44 располагалось под углом по отношению к прямому направлению 50, при этом указанный угол зависит от отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной в составе текучей композиции 36.

Кроме того, в приведенном выше описании представлена система переменной сопротивляемости потоку 25, которая может включать проточную камеру 46, через которую проходит текучая композиция 36 в скважине. Камера 46 имеет вход 44 и выход 40, а также, по меньшей мере, одну конструкцию 54, воздействующую на части текучей композиции 36, проходящие искривленным путем между входом 44 и выходом 40, с тем, чтобы поддерживать такое искривленное прохождение.

Конструкция 54 может тем сильнее воздействовать на часть текучей композиции 36, протекающей искривленным способом между входом 44 и выходом 40, вынуждая ее проходить более прямо по направлению к выходу 40, чем больше отношение содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции 36, чем выше вязкость текучей композиции, чем ниже плотность текучей композиции и/или чем ниже скорость текучей композиции.

Следует понимать, что различные варианты, описанные выше, можно, не нарушая принципов настоящего изобретения, применять в различных положениях, например, в наклонном, перевернутом, горизонтальном, вертикальном и т.п., а также в различных конфигурациях. Варианты исполнения изобретения, представленные на чертежах, показаны и описаны просто как примеры вариантов полезного применения принципов настоящего изобретения, при этом указанные принципы не ограничиваются какими-либо конкретными деталями этих вариантов.

Квалифицированный специалист в данной области, внимательно рассмотрев приведенное выше описание вариантов исполнения изобретения, без труда увидит, что в эти конкретные варианты исполнения можно внести много модификаций, выполнить много добавлений, замен, удалений, других изменений, и такие изменения будут охвачены рамками принципов настоящего изобретения. Соответственно, приведенное выше описание следует воспринимать только в качестве иллюстрации и примера, а объем и сущность изобретения ограничиваются исключительно пунктами прилагающейся формулы изобретения и их эквивалентами.

Формула изобретения

1. Система переменной сопротивляемости потоку, предназначенная для применения в подземной скважине, включающая:

5 проточную камеру, по которой проходит текучая композиция, имеющую вход и выход, причем текучая композиция поступает в камеру через вход в направлении, изменяющемся в зависимости от отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции; и,

10 по меньшей мере, одну конструкцию, воздействующую таким образом на любую часть текучей композиции, проходящую искривленным путем между входом и выходом, чтобы поддерживать такой искривленный поток, причем указанная конструкция имеет, по меньшей мере, одно отверстие, позволяющее текучей композиции проходить прямым путем от входа к выходу.

15 2. Система по п. 1, отличающаяся тем, что текучая композиция поступает в камеру только через вход.

3. Система по п. 1, отличающаяся тем, что она дополнительно включает проточный канал, направляющий текучую композицию ко входу, а в проточном канале имеется резкий поворот непосредственно возле входа.

20 4. Система по п. 3, отличающаяся тем, что участок проточного канала, расположенный выше по течению от резкого поворота, направлен в целом радиально по отношению к камере.

5. Система по п. 3, отличающаяся тем, что участок проточного канала, расположенный выше по течению от резкого поворота, направлен в целом тангенциально по отношению к камере.

25 6. Система по п. 1, отличающаяся тем, что она дополнительно включает проточный канал, направляющий текучую композицию ко входу, который расположен не радиально и не тангенциально по отношению к камере.

7. Система по п. 1, отличающаяся тем, что указанная конструкция содержит, по меньшей мере, либо лопасть, либо углубление.

30 8. Система по п. 1, отличающаяся тем, что указанная конструкция выступает, по меньшей мере, либо внутрь, либо наружу по отношению к стенке камеры.

9. Система по п. 1, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при возрастании вязкости этой текучей композиции.

35 10. Система по п. 1, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при снижении скорости этой текучей композиции.

11. Система по п. 1, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при снижении плотности этой текучей композиции.

40 12. Система по п. 1, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при возрастании отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе этой текучей композиции.

45 13. Система по п. 1, отличающаяся тем, что прямое направление проходит между входом и выходом, а поток текучей композиции поступает в камеру через вход под углом по отношению к указанному прямому направлению, при этом указанный угол зависит от характеристики текучей композиции.

14. Система переменной сопротивляемости потоку, предназначенная для применения

в подземной скважине, включающая:

проточную камеру, по которой проходит текучая композиция, имеющую вход и выход, причем текучая композиция поступает в камеру через вход в направлении, изменяющемся в зависимости от отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции, и, по меньшей мере, одну конструкцию, воздействующую таким образом на часть текучей композиции, проходящую искривленным путем между входом и выходом, чтобы направить ее более прямым путем по направлению к выходу.

15. Система по п. 14, отличающаяся тем, что воздействие указанной конструкции на указанную часть текучей композиции с целью направить ее более прямым путем к выходу будет усиливаться с повышением вязкости текучей композиции.

16. Система по п. 14, отличающаяся тем, что воздействие указанной конструкции на указанную часть текучей композиции с целью направить ее более прямым путем к выходу будет усиливаться со снижением скорости текучей композиции.

17. Система по п. 14, отличающаяся тем, что воздействие указанной конструкции на указанную часть текучей композиции с целью направить ее более прямым путем к выходу будет усиливаться с увеличением отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции.

18. Система по п. 14, отличающаяся тем, что воздействие указанной конструкции на указанную часть текучей композиции с целью направить ее более прямым путем к выходу будет усиливаться со снижением плотности текучей композиции.

19. Система скважинной добычи, включающая:

систему переменной сопротивляемости потоку, через которую проходит текучая композиция на пути между трубной колонной и геологическим пластом, окружающим скважину указанной системы добычи, при этом система переменной сопротивляемости потоку содержит проточную камеру, через которую проходит текучая композиция, имеющую выход и, по меньшей мере, один вход, причем текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при возрастании отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе этой текучей композиции, причем указанная камера содержит, по меньшей мере, одну конструкцию, воздействующую таким образом на любую часть текучей композиции, проходящую искривленным путем между входом и выходом, чтобы поддерживать такой искривленный поток, при этом указанная конструкция содержит, по меньшей мере, либо лопасть, либо углубление.

20. Система по п. 19, отличающаяся тем, что текучая среда проходит по камере к выходу в направлении, изменяющемся в зависимости от отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции.

21. Система по п. 19, отличающаяся тем, что текучая композиция поступает в камеру через вход в направлении, изменяющемся в зависимости от отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции.

22. Система по п. 21, отличающаяся тем, что прямое направление проходит между входом и выходом, а поток текучей композиции поступает в камеру через вход под углом по отношению к указанному прямому направлению, при этом указанный угол зависит от отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции.

23. Система по п. 19, отличающаяся тем, что дополнительно включает проточный канал, который направляет текучую композицию на вход, в котором имеется резкий поворот в непосредственной близости от входа.

24. Система по п. 23, отличающаяся тем, что участок проточного канала, расположенный выше по течению от резкого поворота, направлен в целом радиально по отношению к камере.

5 25. Система по п. 23, отличающаяся тем, что участок проточного канала, расположенный выше по течению от резкого поворота, направлен в целом тангенциально по отношению к камере.

26. Система по п. 19, отличающаяся тем, что она дополнительно включает проточный канал, направляющий текучую композицию ко входу, который расположен не радиально и не тангенциально по отношению к камере.

10 27. Система по п. 19, отличающаяся тем, что указанная конструкция выступает, по меньшей мере, либо внутрь, либо наружу по отношению к стенке камеры.

28. Система по п. 19, отличающаяся тем, что указанная конструкция имеет, по меньшей мере, одно отверстие, позволяющее текучей композиции проходить прямым путем от входа к выходу.

15 29. Система по п. 19, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при возрастании вязкости этой текучей композиции.

30. Система по п. 19, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при снижении скорости этой текучей композиции.

20 31. Система по п. 19, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при снижении плотности этой текучей композиции.

25 32. Система по п. 19, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при возрастании отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе этой текучей композиции.

33. Система переменной сопротивляемости потоку, предназначенная для применения в подземной скважине, включающая:

30 проточную камеру, по которой в скважине проходит текучая композиция, имеющую вход и выход, и, по меньшей мере, одну конструкцию, воздействующую таким образом на часть текучей композиции, проходящую искривленным путем между входом и выходом, чтобы поддерживать такой искривленный поток, причем указанная конструкция имеет, по меньшей мере, одно отверстие, позволяющее текучей композиции проходить более прямым путем от входа к выходу.

35 34. Система по п. 33, отличающаяся тем, что указанная конструкция содержит, по меньшей мере, либо лопасть, либо углубление.

35. Система по п. 33, отличающаяся тем, что указанная конструкция выступает, по меньшей мере, либо внутрь, либо наружу по отношению к стенке камеры.

40 36. Система по п. 33, отличающаяся тем, что текучая среда поступает в камеру через вход в направлении, изменяющемся в зависимости от отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции.

37. Система по п. 36, отличающаяся тем, что прямое направление проходит между входом и выходом, а поток текучей композиции поступает в камеру через вход под углом по отношению к указанному прямому направлению, при этом указанный угол зависит от отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции.

38. Система по п. 33, отличающаяся тем, что текучая композиция поступает в камеру только через вход.

39. Система по п. 33, отличающаяся тем, что дополнительно включает проточный канал, который направляет текучую композицию на вход, в котором имеется резкий поворот в непосредственной близости от входа.

5 40. Система по п. 39, отличающаяся тем, что участок проточного канала, расположенный выше по течению от резкого поворота, направлен в целом радиально по отношению к камере.

41. Система по п. 39, отличающаяся тем, что участок проточного канала, расположенный выше по течению от резкого поворота, направлен в целом тангенциально по отношению к камере.

10 42. Система по п. 33, отличающаяся тем, что она дополнительно включает проточный канал, направляющий текучую композицию ко входу, который расположен не радиально и не тангенциально по отношению к камере.

15 43. Система по п. 33, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при возрастании вязкости этой текучей композиции.

44. Система по п. 33, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при снижении скорости этой текучей композиции.

20 45. Система по п. 33, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при снижении плотности этой текучей композиции.

46. Система по п. 33, отличающаяся тем, что текучая композиция будет проходить более прямым путем от входа к выходу при возрастании отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе этой текучей композиции.

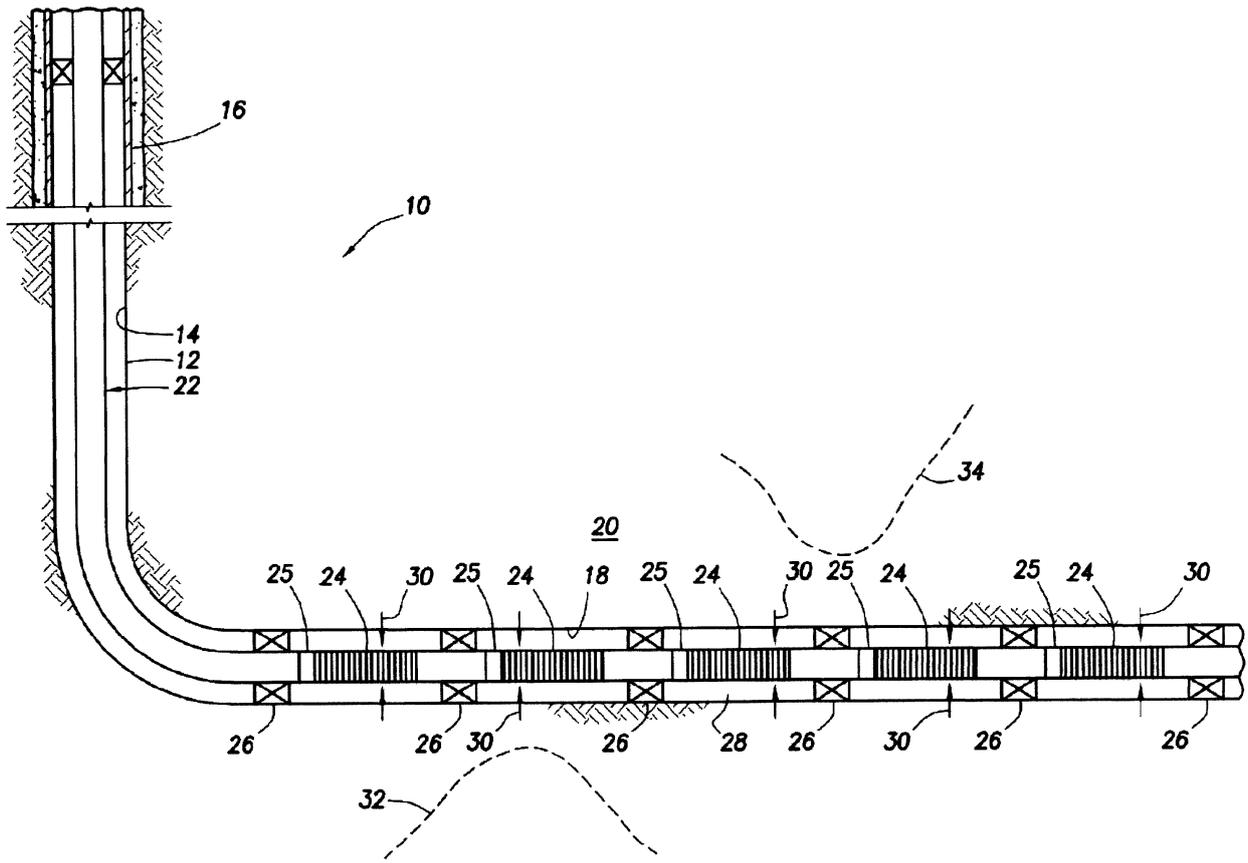
25 47. Система по п. 33, отличающаяся тем, что воздействие указанной конструкции на часть текучей композиции, проходящую искривленным путем, с целью направить ее более прямым путем к выходу будет усиливаться с увеличением отношения содержания желательной текучей среды к нежелательной текучей среде в составе текучей композиции.

30 48. Система по п. 33, отличающаяся тем, что воздействие указанной конструкции на часть текучей композиции, проходящую искривленным путем, с целью направить ее более прямым путем к выходу будет усиливаться со снижением плотности этой текучей композиции.

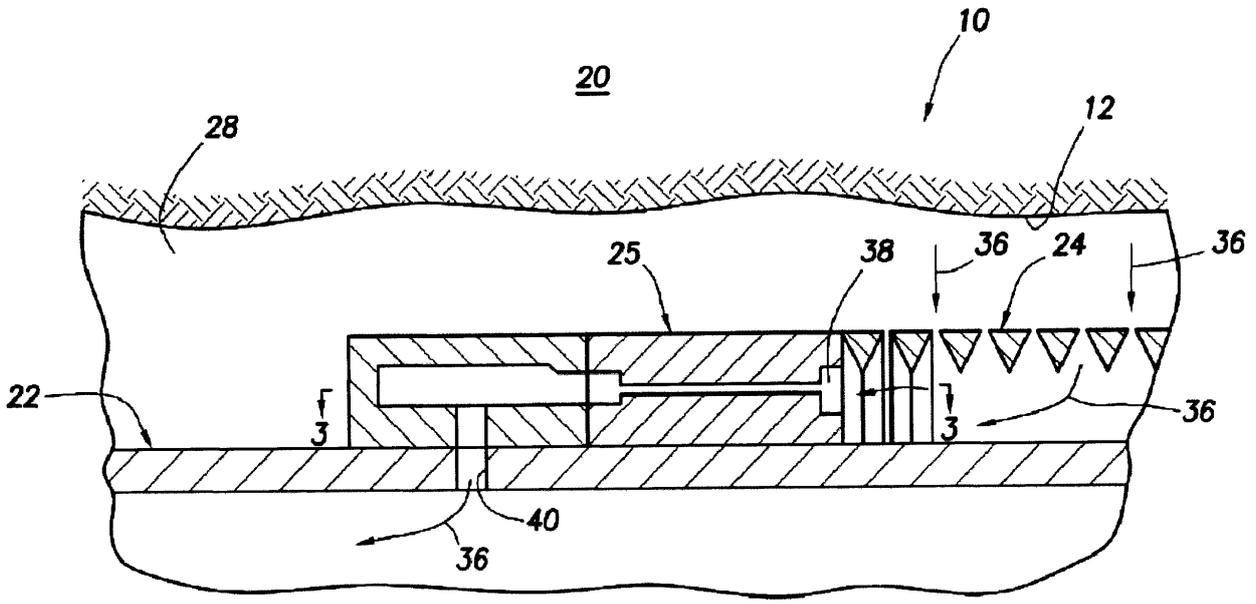
35

40

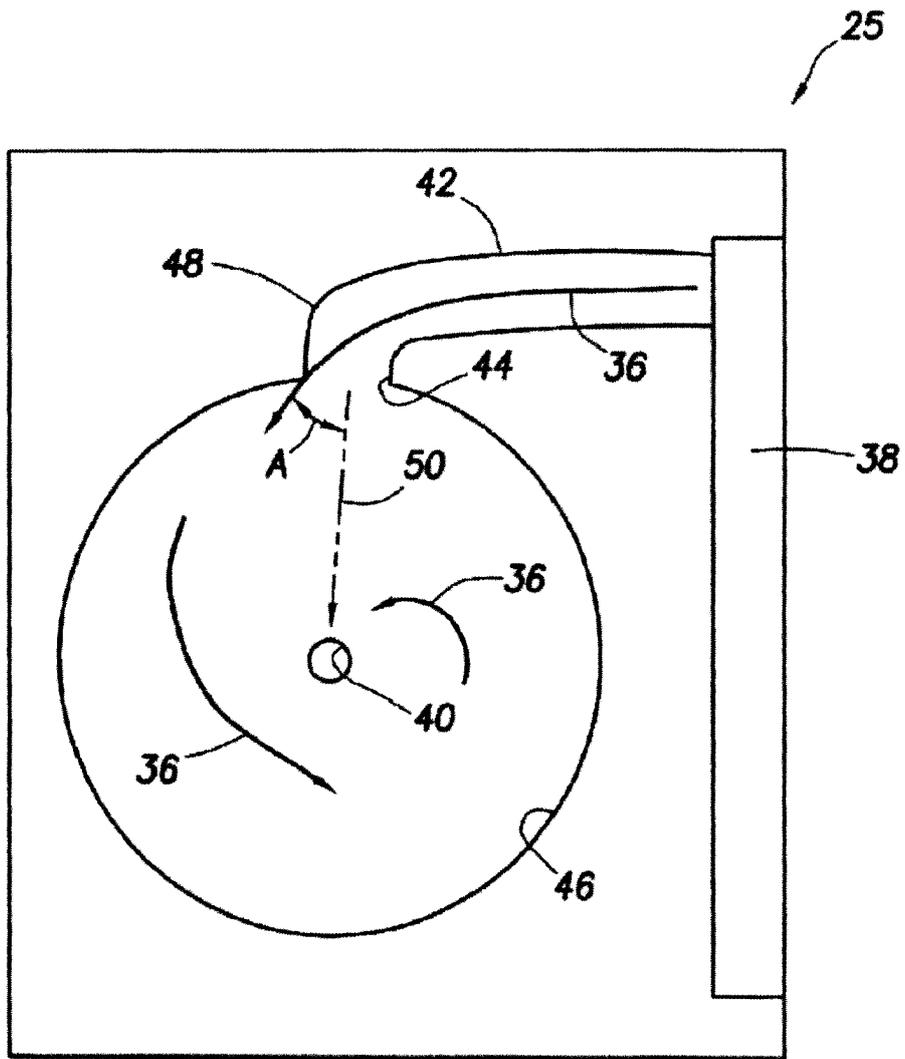
45



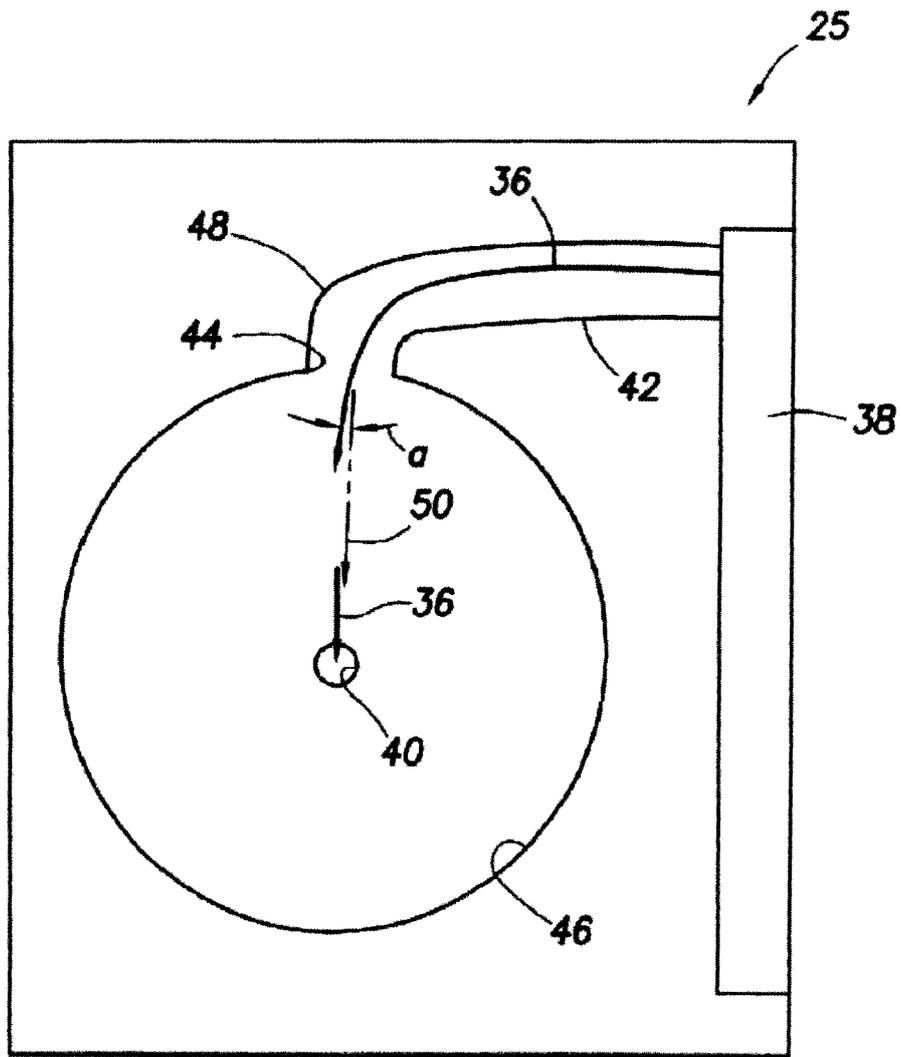
ФИГ. 1



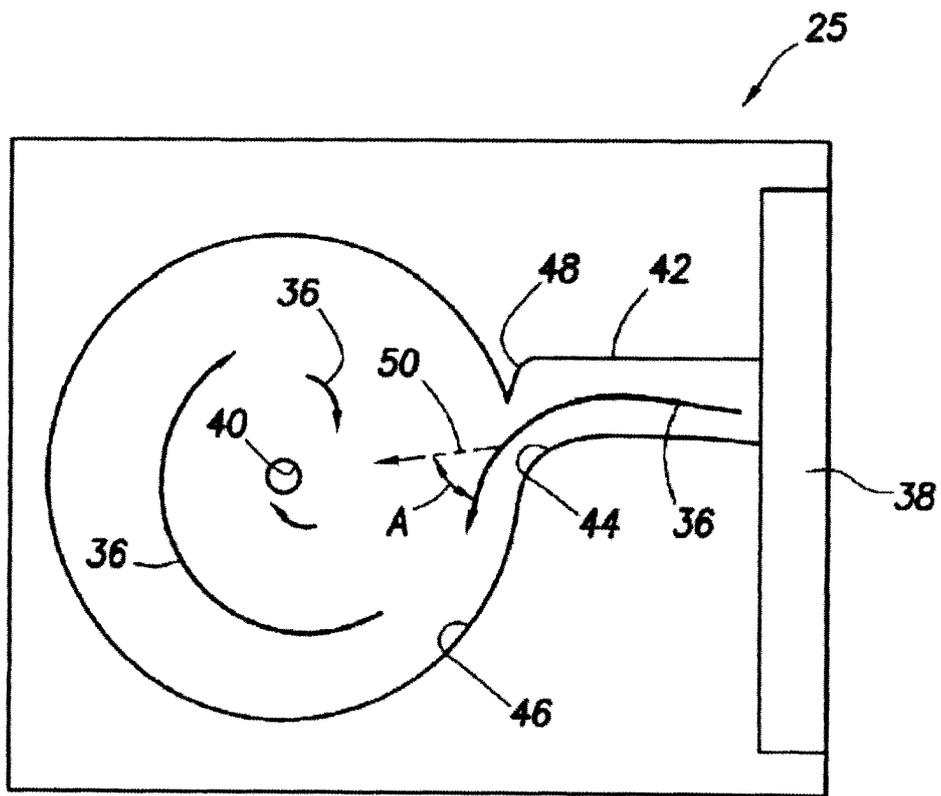
ФИГ. 2



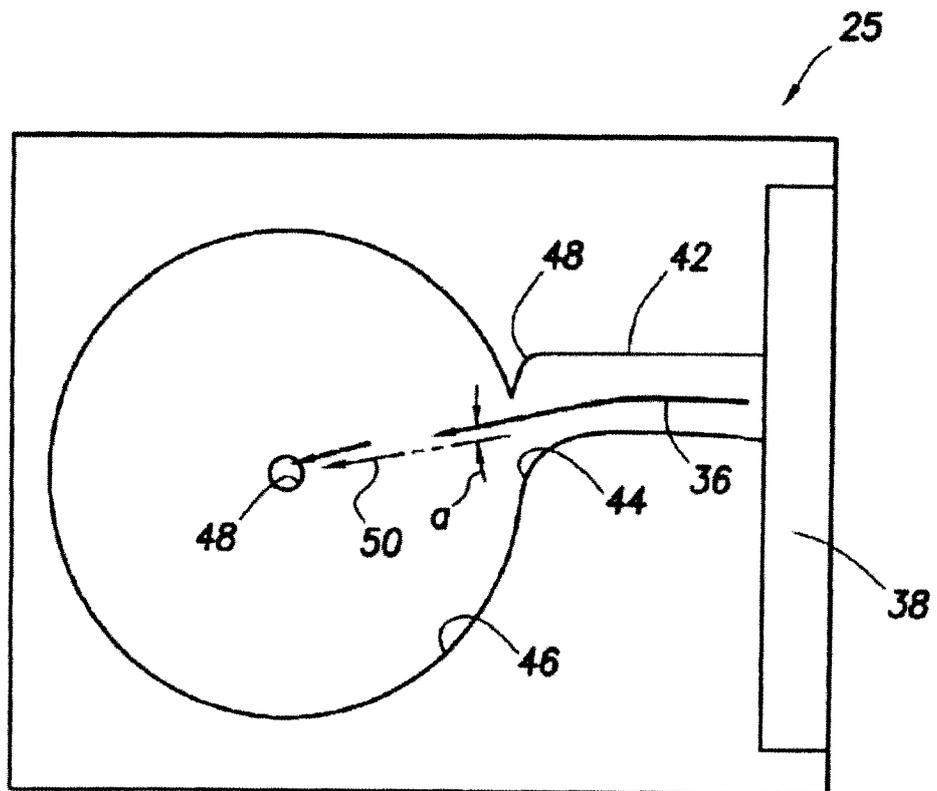
ФИГ. 3А



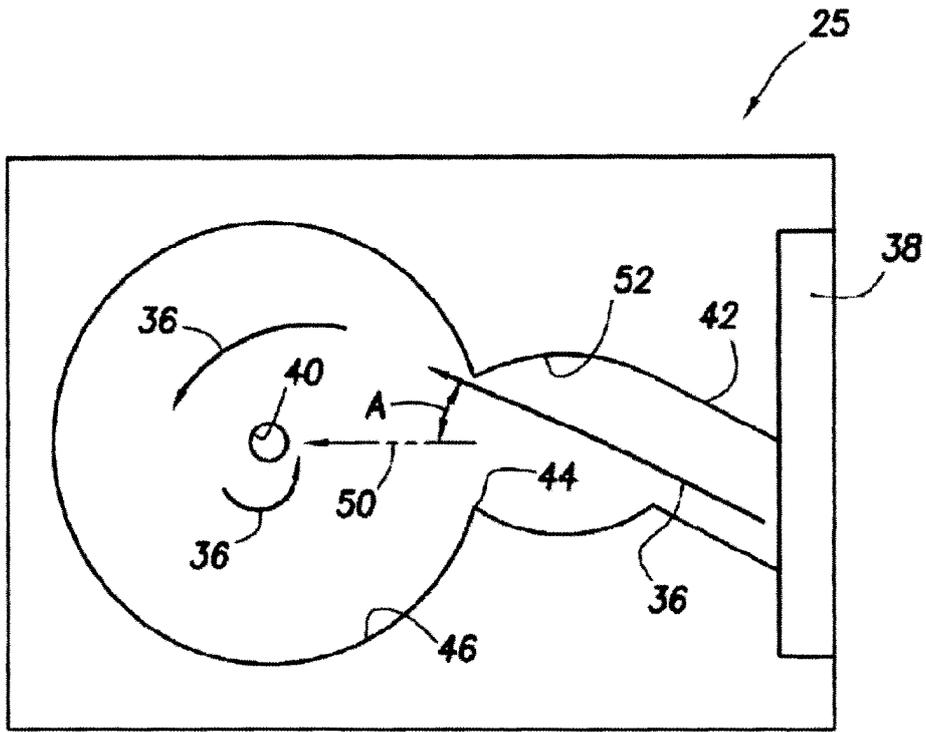
ФИГ. 3Б



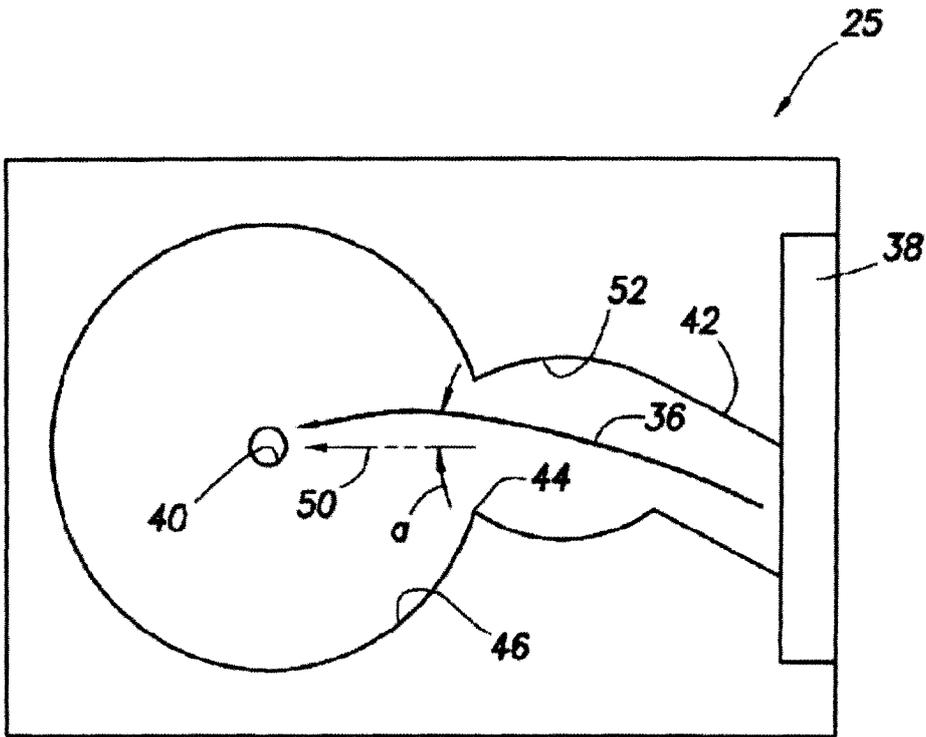
ФИГ. 4А



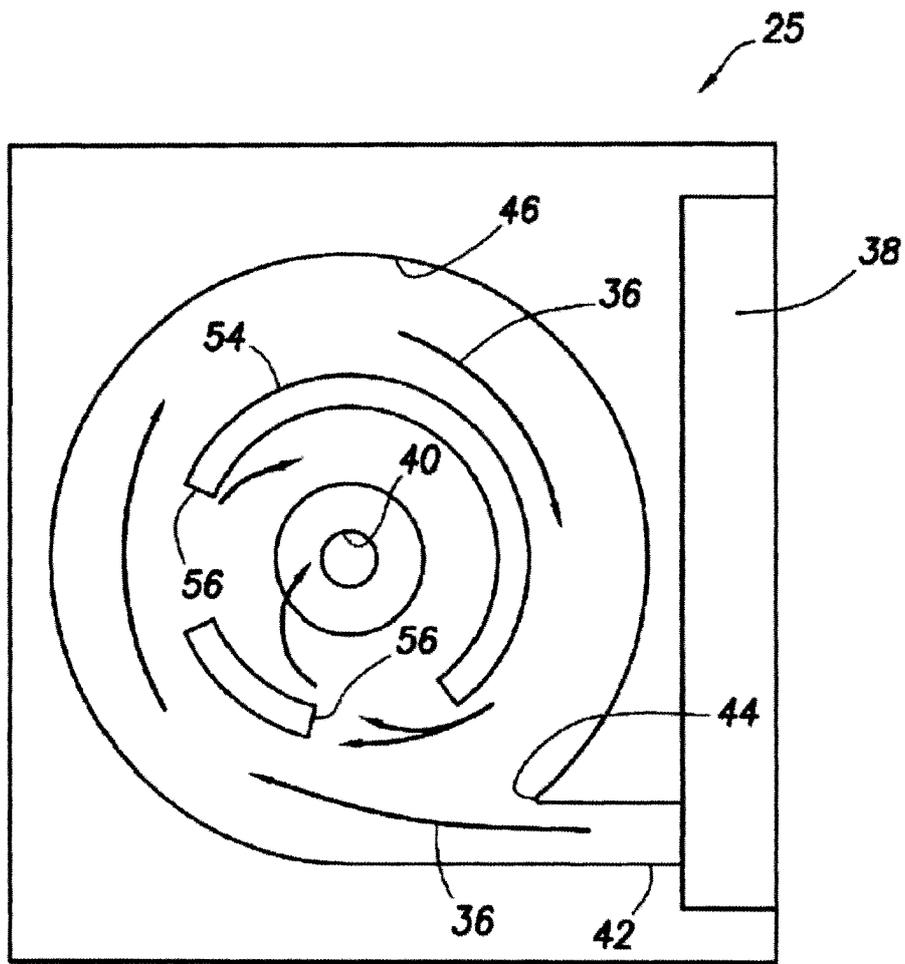
ФИГ. 4Б



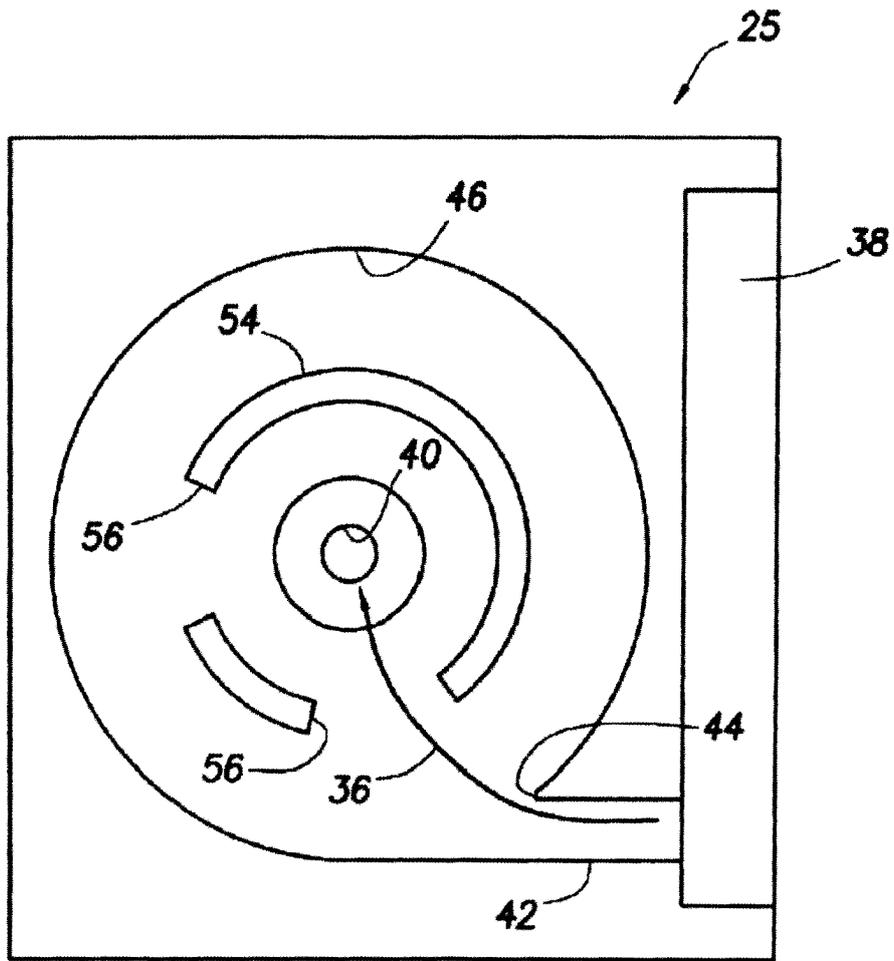
ФИГ. 5А



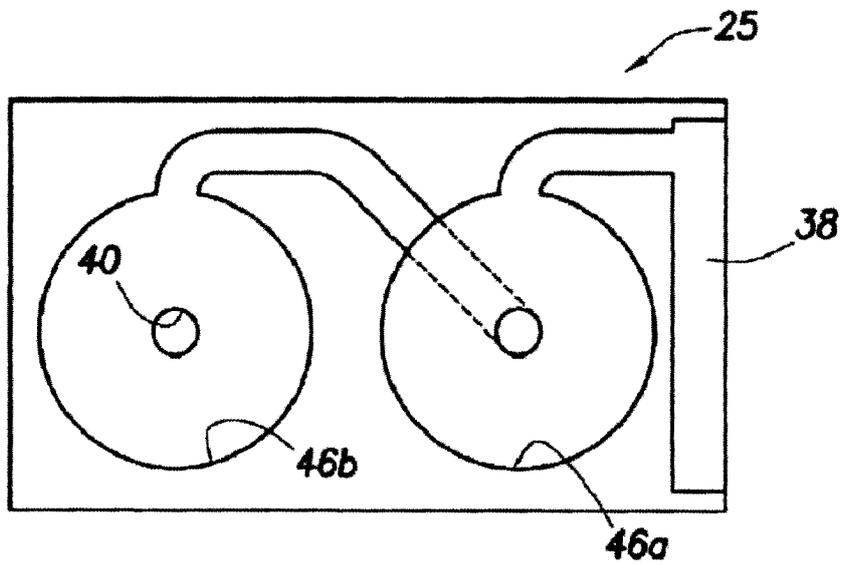
ФИГ. 5Б



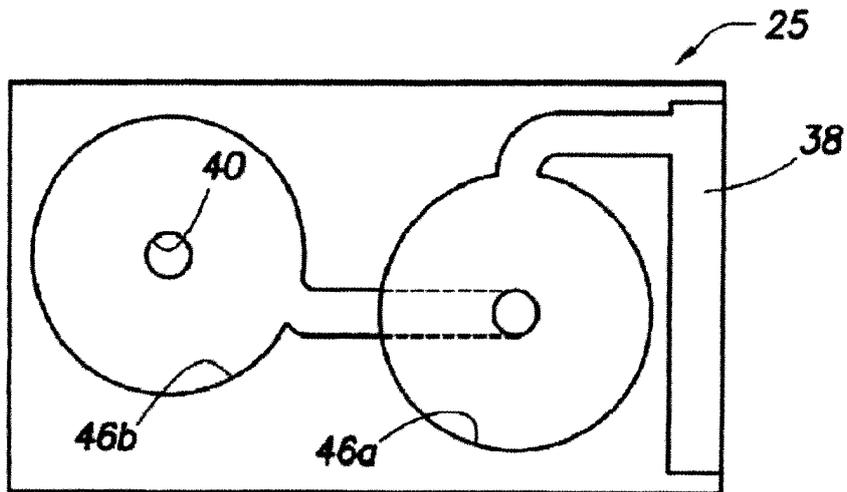
ФИГ. 6А



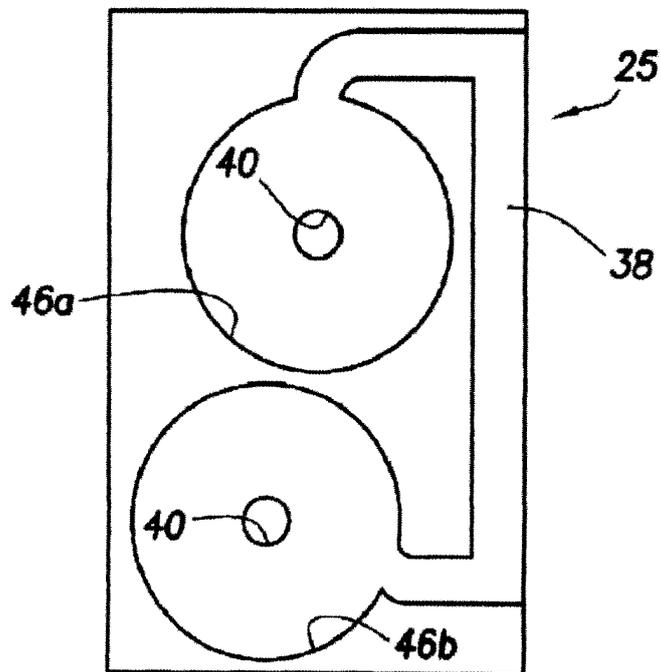
ФИГ. 6Б



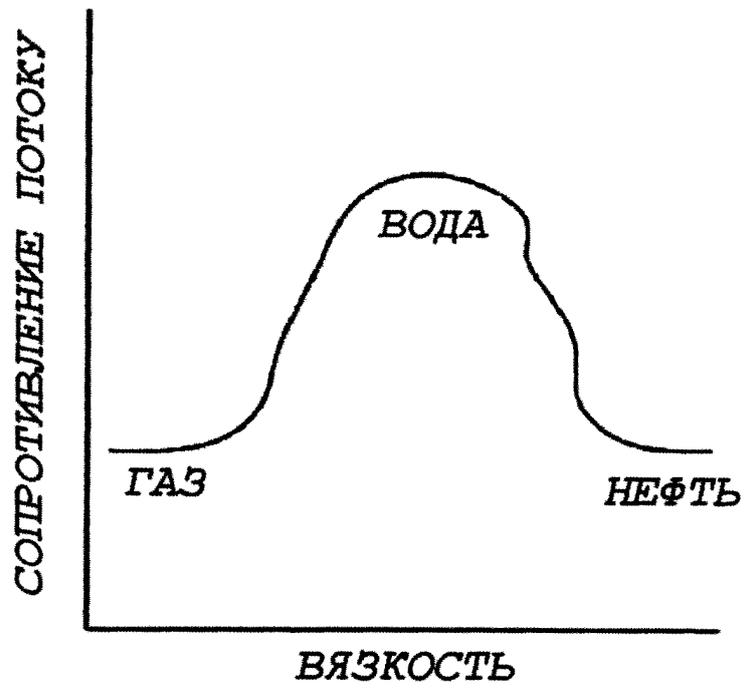
ФИГ. 7А



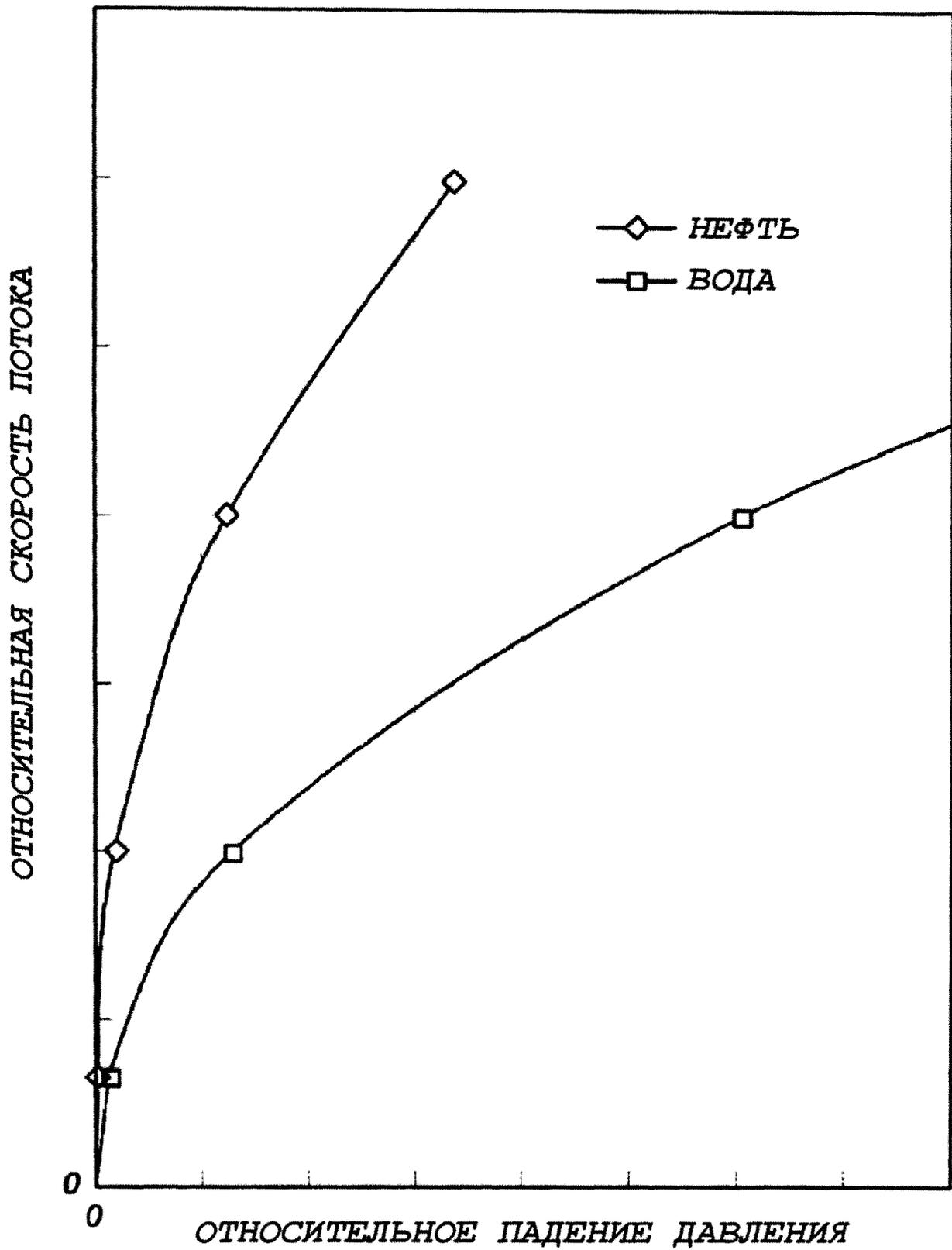
ФИГ. 7Б



ФИГ. 7В



ФИГ. 7Г



ФИГ. 8