



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК
E21B 43/00 (2006.01)
F04F 5/54 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004105110/03, 24.02.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.02.2004

(43) Дата публикации заявки: 10.08.2005

(45) Опубликовано: 20.04.2006 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1831593 A3, 30.07.1993.
SU 620665 A, 04.07.1978.
RU 2135843 C1, 27.08.1999.
RU 2027912 C1, 27.01.1995.
RU 2114282 C1, 27.06.1998.
SU 1664388 A1, 23.07.1991.
US 5961282 A, 05.10.1999.

Адрес для переписки:
115230, Москва, Каширское ш., 9, корп.1,
кв.47, А.Н. Дроздову

(72) Автор(ы):

Дроздов Александр Николаевич (RU),
Вербицкий Владимир Сергеевич (RU),
Деньгаев Алексей Викторович (RU),
Агеев Шарифжан Рахимович (RU),
Маслов Владимир Николаевич (RU),
Берман Александр Владимирович (RU),
Кан Алексей Геннадьевич (RU),
Ламбин Дмитрий Николаевич (RU),
Каракулов Сергей Тимофеевич (RU),
Мартюшев Данила Николаевич (RU),
Перельман Максим Олегович (RU),
Хафизов Фархат Фаляхутдинович (RU),
Кочергин Александр Михайлович (RU),
Курятников Валентин Вячеславович (RU),
Перельман Олег Михайлович (RU),
Рабинович Александр Исаакович (RU),
Мельников Михаил Юрьевич (RU),
Куприн Павел Борисович (RU),
Дорогокупец Геннадий Леонидович (RU),
Иванов Олег Евгеньевич (RU)

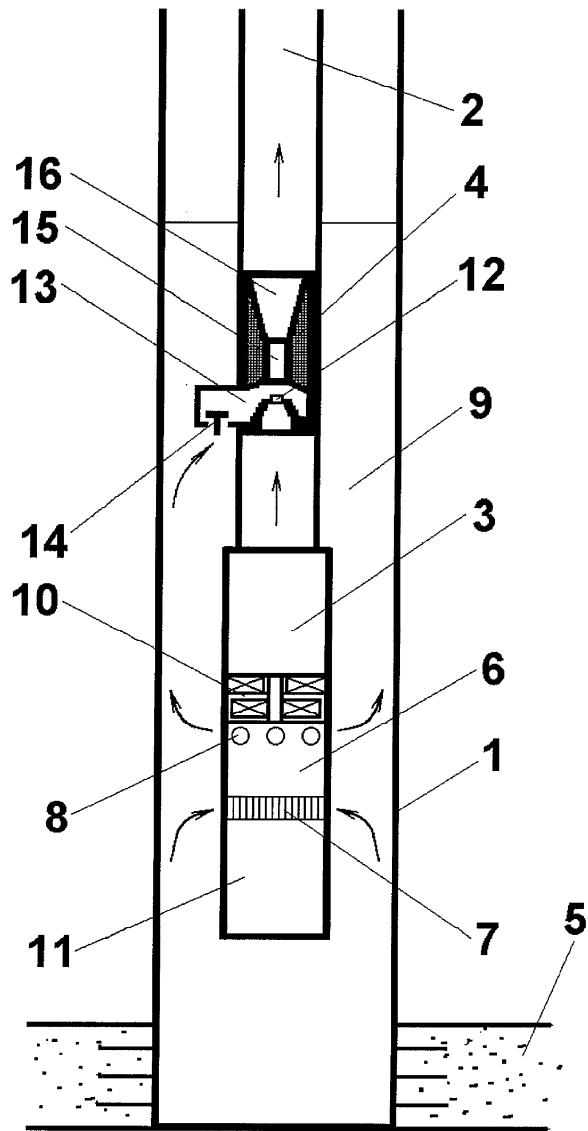
(73) Патентообладатель(и):
ЗАО "Новомет-Пермь" (RU)

(54) СПОСОБ ДОБЫЧИ НЕФТИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтяной промышленности и может быть использовано при добыче нефти из скважин с высоким и сверхвысоким газовым фактором. Обеспечивает повышение эффективности и расширение области применения насосно-эжекторной добычи нефти из скважин путем устранения вредного влияния остаточного газа на работу насоса и предотвращение при этом звукового запираания сопла струйного аппарата при нагнетании потока газожидкостной смеси. Сущность изобретения: способ включает откачку продукции из пласта в скважину, частичную сепарацию свободного газа от жидкости, последующее поступление газожидкостной смеси с остаточным газосодержанием в насос и нагнетание ее в сопло

струйного аппарата, эжектирование струйным аппаратом части продукции скважины из затрубного пространства в насосно-компрессорные трубы, поступление части свободного газа в затрубное пространство, подъем продукции на поверхность и регулирование давления в затрубном пространстве. Газожидкостную смесь с остаточным газосодержанием диспергируют перед поступлением в насос, причем при нагнетании газожидкостной смеси в сопло струйного аппарата придают струе смеси форму, предотвращающую звуковое запираание сопла. Устройство содержит сгущенные в скважину на насосно-компрессорных трубах насос и струйный аппарат. На входе в насос установлен газосепаратор-диспергатор, при этом струйный аппарат снабжен соплом диафрагменного типа. 2 н. и 6 з. п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
E21B 43/00 (2006.01)
F04F 5/54 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2004105110/03, 24.02.2004**

(24) Effective date for property rights: **24.02.2004**

(43) Application published: **10.08.2005**

(45) Date of publication: **20.04.2006 Bull. 11**

Mail address:
**115230, Moskva, Kashirskoe sh., 9, korp.1,
kv.47, A.N. Drozdovu**

(72) Inventor(s):

**Drozdov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Verbitskij Vladimir Sergeevich (RU),
Den'gaev Aleksej Viktorovich (RU),
Ageev Sharifzhan Rakhimovich (RU),
Maslov Vladimir Nikolaevich (RU),
Berman Aleksandr Vladimirovich (RU),
Kan Aleksej Gennad'evich (RU),
Lambin Dmitrij Nikolaevich (RU),
Karakulov Sergej Timofeevich (RU),
Martjushev Danila Nikolaevich (RU),
Perel'man Maksim Olegovich (RU),
Khafizov Farkhat Faljakhutdinovich (RU),
Kochergin Aleksandr Mikhajlovich (RU),
Kurjatnikov Valentin Vjacheslavovich (RU),
Perel'man Oleg Mikhajlovich (RU),
Rabinovich Aleksandr Isaakovich (RU),
Mel'nikov Mikhail Jur'evich (RU),
Kuprin Pavel Borisovich (RU),
Dorogokupets Gennadij Leonidovich (RU),
Ivanov Oleg Evgen'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

ZAO "Novomet-Perm" (RU)

(54) OIL PRODUCTION METHOD AND FACILITY

(57) Abstract:

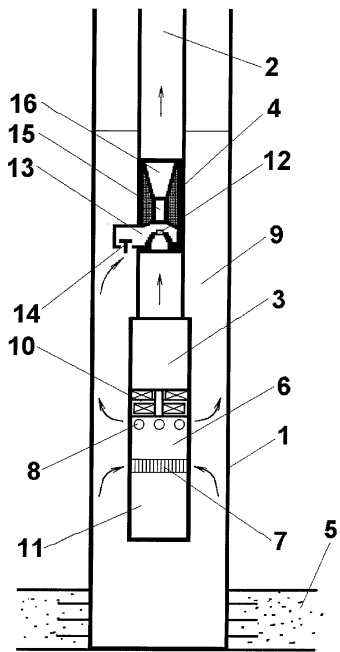
FIELD: oil production, particularly to produce oil from well characterized with high and ultrahigh gas factor.

SUBSTANCE: method involves pumping-out product from formation to well; partially separating free gas from liquid; supplying gas-liquid mix containing residual gas to pump and injecting thereof to jet device nozzle; ejecting part of well product by jet device from hole annuity into tubing string; supplying part of gas in hole annuity; elevating product to day surface and regulating pressure in hole annuity. Gas-liquid mix containing residual gas is dispersed before gas-liquid mix supplying into pump. During

gas-liquid mix supplying into jet device pump gas-liquid mix jet is shaped to prevent acoustic nozzle chocking. Device comprises pump and jet device connected to tubing string and lowered in well. Gas-separation and dispersion unit is installed at pump inlet. The jet device is provided with nozzle of diaphragm type.

EFFECT: increased efficiency and extended field of application for pumping-ejector oil production by elimination of hazardous residual gas influence on pump operation and prevention of acoustic jet device nozzle chocking during gas-liquid mixture injection.

8 cl, 5 dwg



Фиг. 1

RU 2 2 7 4 7 3 1 C 2

RU 2 2 7 4 7 3 1 C 2

Изобретение относится к нефтяной промышленности и может быть использовано при добыче нефти из скважин с высоким и сверхвысоким газовым фактором.

Известен способ подъема газированной жидкости из скважины, включающий сепарацию части свободного газа от жидкости, поступление газожидкостной смеси с остаточным газосодержанием в насос, нагнетание ее в сопло струйного аппарата, эжектирование струйным аппаратом части продукции скважины на поверхность, и устройство для его осуществления, содержащее насос, центробежный газосепаратор и струйный аппарат (патент СССР №1825544, F 04 F 5/54, 1988). Известные способ и устройство имеют низкую эффективность при высоком газовом факторе скважины.

Наиболее близкими к заявляемому изобретению являются способ добычи нефти, включающий откачку продукции из пласта в скважину, частичную сепарацию свободного газа от жидкости, последующее поступление газожидкостной смеси с остаточным газосодержанием в насос и нагнетание ее в сопло струйного аппарата, эжектирование струйным аппаратом части продукции скважины из затрубного пространства в насосно-компрессорные трубы, поступление части свободного газа в затрубное пространство, подъем продукции на поверхность и регулирование давления в затрубном пространстве, и устройство для его осуществления, содержащее спущенные в скважину на насосно-компрессорных трубах насос, центробежный газосепаратор и струйный аппарат (патент СССР №1831593, F 04 F 5/54, 1988). Известные способ и устройство имеют низкую эффективность и ограниченную область применения при высоком газосодержании откачиваемой продукции вследствие недостаточно полной сепарации скважинной газожидкостной смеси и серьезного ухудшения при этом рабочих параметров насоса, а также звукового запираания потока газожидкостной смеси при истечении из сопла струйного аппарата.

Задачей изобретения является повышение эффективности и расширение области применения насосно-эжекторной добычи нефти из скважин с высоким газовым фактором путем устранения вредного влияния остаточного газа на работу насоса и предотвращения при этом звукового запираания сопла струйного аппарата при нагнетании потока газожидкостной смеси.

Повышение эффективности и расширение области применения в способе добычи нефти достигается тем, что газожидкостную смесь с остаточным газосодержанием диспергируют перед поступлением в насос, причем при нагнетании газожидкостной смеси в сопло струйного аппарата придают струе смеси форму, предотвращающую звуковое запираание сопла. В вариантах способа повышение эффективности и расширение области применения достигается также тем, что давление в затрубном пространстве скважины поддерживают выше давления на устье скважины, причем продукцию скважины эжектируют с устья скважины в выкидную линию за счет энергии свободного газа с повышенным давлением из затрубного пространства и при этом поддерживают температуру газа в процессе эжектирования выше температуры начала гидратообразования, а часть свободного газа из затрубного пространства направляют в насосно-компрессорные трубы над струйным аппаратом.

Повышение эффективности и расширение области применения в устройстве для добычи нефти достигается тем, что на входе в насос установлен газосепаратор-диспергатор, при этом струйный аппарат снабжен соплом диафрагменного типа. В варианте выполнения устройства выходное отверстие сопла диафрагменного типа имеет прямоугольные кромки. В других вариантах устройства на устье скважины расположен эжектор, снабженный регулируемым соплом, подключенным к затрубному пространству скважины, при этом приемная камера эжектора сообщена с устьем скважины, а диффузор - с выкидной линией, причем регулируемое сопло эжектора установлено с возможностью обогрева потоком эжектируемой с устья скважины продукцией, выше струйного аппарата на насосно-компрессорных трубах установлен перепускной клапан, а на линии, соединяющей затрубное пространство скважины и регулируемое сопло эжектора, установлен обратный клапан с возможностью обогрева потоком эжектируемой с устья скважины продукцией.

Следует отметить, что положительный эффект в способе добычи нефти достигается исключительно при совместном применении двух признаков: диспергации остаточного газа в смеси на приеме насоса и формирования струи газожидкостной смеси при истечении из сопла струйного аппарата с предотвращением звукового запираания сопла.

5 Действительно, использование только диспергирования смеси с остаточным газосодержанием перед поступлением в насос приводит к снижению вредного влияния газа и повышению напора насоса. Однако положительный эффект при этом сводится на нет звуковым запираанием сопла струйного аппарата, поскольку через сопло проходит газожидкостная смесь, скорость звука в которой существенно меньше скорости звука в
10 однородной жидкости.

Применение же только признака придания струе газожидкостной смеси формы, предотвращающей звуковое запираание сопла, также не дает положительного эффекта. При высоких газовых факторах даже самые продвинутые схемы центробежной сепарации не могут обеспечить достаточно полного отделения газа от жидкости в ограниченных
15 габаритах скважины. Остаточный газ попадает в насос и резко снижает его напор, работа насоса становится неустойчивой - вплоть до срыва подачи. Поскольку насос не развивает напора либо срывает подачу, при этом вообще бессмысленно пытаться каким-либо образом формировать струю газожидкостной смеси - добыча нефти становится невозможной.

20 Аналогичным образом, применительно к устройству для добычи нефти, положительный эффект приносит только совместное использование признаков установки на входе в насос газосепаратора-диспергатора и снабжения струйного аппарата соплом диафрагменного типа. В газосепараторе-диспергаторе после отделения части газа в затрубное пространство происходит интенсивная диспергация смеси с остаточным газосодержанием,
25 что устраняет вредное влияние остаточного газа на работу насоса. Насос развивает при этом высокий напор, достаточный для нагнетания смеси в сопло струйного аппарата. Диафрагменный тип сопла способствует формированию сначала сужающейся, а потом плавно расширяющейся струи газожидкостной смеси. Такая форма струи предотвращает звуковое запираание сопла на газожидкостной смеси в широком диапазоне газосодержаний.
30 Наилучшие результаты, как показали экспериментальные исследования авторов настоящего изобретения, достигаются в том случае, когда выходное отверстие сопла диафрагменного типа имеет прямоугольные кромки.

Указанные выше отличительные признаки изобретения позволяют повысить эффективность добычи нефти из скважин. Кроме того, при этом существенно расширяется
35 область применения насосно-эжекторной нефтедобычи, т. к. появляется возможность успешно эксплуатировать скважины с высоким и сверхвысоким газовым фактором, где применение известных технических решений не позволяет добиться устойчивой, без срывов подачи, работы.

На фиг.1 представлена схема устройства для добычи нефти, на фиг.2 - диафрагменное
40 сопло и форма струи газожидкостной смеси, на фиг.3 - вариант выполнения устройства с регулируемым эжектором на устье скважины, на фиг.4 - вариант выполнения устройства с перепускным клапаном, на фиг.5 - вариант выполнения регулируемого эжектора с обратным клапаном.

Устройство для добычи нефти (см. фиг.1) содержит спущенные в скважину 1 на насосно-
45 компрессорных трубах 2 насос 3 и струйный аппарат 4. Скважина 1 эксплуатирует нефтяной пласт 5. На входе в насос 3 установлен газосепаратор-диспергатор 6 с приемной сеткой 7, отверстиями 8 для сброса газа в затрубное пространство 9 скважины 1 и узлом диспергации 10. Насос 3 с газосепаратором-диспергатором 6 приводится в действие погружным электродвигателем 11. Струйный аппарат 4 снабжен соплом 12
50 диафрагменного типа. Кроме того, в состав струйного аппарата 4 входят приемная камера 13 с обратным клапаном 14, камера смешения 15 и диффузор 16.

В варианте выполнения устройства выходное отверстие сопла 12 диафрагменного типа имеет прямоугольные кромки 17 (см. фиг.2). Струя газожидкостной смеси, истекающей из

сопла 12, показана позицией 18.

В другом варианте устройства (см. фиг.3) на устье 19 скважины 1 расположен эжектор 20, снабженный регулируемым соплом 21, подключенным к затрубному пространству 9 скважины 1 посредством линии 22. Приемная камера 23 эжектора 20 сообщена с устьем 19 скважины 1, а диффузор 24 - с выкидной линией 25. Эжектор 20 содержит также камеру смешения 26. Регулируемое сопло 21 эжектора 20 установлено с возможностью обогрева потоком эжектируемой с устья 19 скважины 1 продукцией. На устьевой арматуре скважины 1 расположены манометры 27 и 28 для замера устьевого и затрубного давлений.

В одном из вариантов устройства (см. фиг.4) на насосно-компрессорных трубах 2 выше струйного аппарата 4 установлен перепускной клапан 29.

И, наконец, в последнем варианте устройства (см. фиг.5) на линии 22, соединяющей затрубное пространство 9 скважины 1 и регулируемое сопло 21 эжектора 20, установлен обратный клапан 30 с возможностью обогрева потоком эжектируемой с устья 19 скважины 1 продукцией.

Способ добычи нефти согласно настоящему изобретению осуществляют следующим образом.

Продукцию пласта 5 (нефтегазовую или водонефтегазовую смесь) откачивают в скважину 1. На входе в насос 3 производят частичную сепарацию свободного газа от жидкости, причем газожидкостную смесь с остаточным газосодержанием диспергируют перед поступлением в насос 3. Мелкодисперсную газожидкостную смесь с остаточным газосодержанием нагнетают насосом 3 в сопло 12 струйного аппарата 4, придавая при этом струе 18 смеси форму, предотвращающую звуковое запирание сопла. Как показано на фиг.2, струя 18 смеси сначала сужается, а затем плавно расширяется. Струйным аппаратом 4 эжектируют часть продукции скважины 1 из затрубного пространства 9 в насосно-компрессорные трубы 2, поднимая продукцию на поверхность. Часть свободного газа поступает в затрубное пространство 9 и идет по нему на поверхность, минуя струйный аппарат 4.

В варианте способа давление $P_{затр}$ в затрубном пространстве 9 скважины 1 поддерживают выше давления P_u на устье 19 скважины 1, причем продукцию скважины 1 эжектируют с устья 19 скважины 1 в выкидную линию 25 за счет энергии свободного газа с повышенным давлением из затрубного пространства 9. При этом поддерживают температуру газа в процессе эжектирования выше температуры начала гидратообразования путем обогрева сопла 21 потоком откачиваемой с устья 19 продукции, что предотвращает перекрытие сопла 21 эжектора 20 гидратами.

В скважинах со сверхвысоким газовым фактором часть свободного газа, миновавшую струйный аппарат 4, перепускают из затрубного пространства 9 с повышенным давлением в насосно-компрессорные трубы 2 над струйным аппаратом 4. Это позволяет более полно использовать энергию свободного газа для подъема жидкости в таких условиях.

Устройство для добычи нефти работает следующим образом.

Газожидкостная (нефтегазовая или водонефтегазовая) смесь из скважины 1 поступает через приемную сетку 7 в газосепаратор-диспергатор 6. Часть свободного газа отделяется в газосепараторе-диспергаторе 6 от жидкости и сбрасывается через отверстия 8 в затрубное пространство 9, а газожидкостная смесь с остаточным газосодержанием диспергируется в узле диспергации 10 газосепаратора-диспергатора 6. Мелкодисперсная газожидкостная смесь нагнетается насосом 3, не испытывающим при этом вредного влияния газа, в сопло 12 диафрагменного типа. В варианте устройства смесь нагнетается в сопло 12 диафрагменного типа с прямоугольными кромками 17. Струя 18 газожидкостной смеси сначала сужается, а потом плавно расширяется, что предотвращает звуковое запирание сопла 12 струйного аппарата 4, который эффективно откачивает при этом продукцию из затрубного пространства 9 через обратный клапан 14 в приемную камеру 13. В камере смешения 15 происходит энергообмен между взаимодействующими потоками, а в диффузоре 16 - преобразование кинетической энергии смешанного потока в потенциальную энергию давления. Поток продукции поднимается далее по насосно-

компрессорным трубам 2 на поверхность.

В варианте выполнения устройства свободный газ с повышенным давлением из затрубного пространства 9 поступает по линии 22 в регулируемое сопло 21 эжектора 20. Струя газа эжектирует газожидкостную смесь с устья 19 скважины 1 через приемную камеру 23, камеру смешения 26 и диффузор 24 в выкидную линию 25. Этим достигается снижение давления на устье 19 скважины 1, что способствует увеличению нефтедобычи. Изменением площади регулируемого сопла 21 можно задавать различные режимы эксплуатации скважины 1. Регулируемое сопло 21 размещено внутри приемной камеры 23 с возможностью обогрева потоком эжектируемой с устья 19 скважины 1 продукцией, что предотвращает гидратообразование.

В другом варианте устройства часть газа из затрубного пространства 9 направляется через перепускной клапан 29 в насосно-компрессорные трубы 2 выше струйного аппарата 4, что приводит к дополнительному лифтированию газом продукции на поверхность.

При установке на линии 22, соединяющей затрубное пространство 9 и регулируемое сопло 21 эжектора 20, обратного клапана 30 с возможностью обогрева потоком эжектируемой с устья 19 скважины 1 продукцией, предотвращается слив продукции из выкидной линии 25 обратно в скважину 1 при остановках устройства (например, из-за отключений электроэнергии). Обратный клапан 30 при этом в процессе работы не замерзает.

Таким образом, предложенное техническое решение позволяет существенно повысить эффективность и расширить область применения способа и устройства для добычи нефти по сравнению с известными изобретениями.

Формула изобретения

1. Способ добычи нефти, включающий откачку продукции из пласта в скважину, частичную сепарацию свободного газа от жидкости, последующее поступление газожидкостной смеси с остаточным газосодержанием в насос и нагнетание ее в сопло струйного аппарата, эжектирование струйным аппаратом части продукции скважины из затрубного пространства в насосно-компрессорные трубы, поступление части свободного газа в затрубное пространство, подъем продукции на поверхность и регулирование давления в затрубном пространстве, отличающийся тем, что газожидкостную смесь с остаточным газосодержанием диспергируют перед поступлением в насос, причем при нагнетании газожидкостной смеси в сопло струйного аппарата придают струе смеси форму, предотвращающую звуковое заклинивание сопла.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что давление в затрубном пространстве скважины поддерживают выше давления на устье скважины, причем продукцию скважины эжектируют с устья скважины в выкидную линию за счет энергии свободного газа с повышенным давлением из затрубного пространства и при этом поддерживают температуру газа в процессе эжектирования выше температуры начала гидратообразования.
3. Способ по любому из пп.1 и 2, отличающийся тем, что часть свободного газа из затрубного пространства направляют в насосно-компрессорные трубы над струйным аппаратом.
4. Устройство для добычи нефти, содержащее спущенные в скважину на насосно-компрессорных трубах насос и струйный аппарат, отличающееся тем, что на входе в насос установлен газосепаратор-диспергатор, при этом струйный аппарат снабжен соплом диафрагменного типа.
5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что выходное отверстие сопла диафрагменного типа имеет прямоугольные кромки.
6. Устройство по любому из пп.4 и 5, отличающееся тем, что на устье скважины расположен эжектор, снабженный регулируемым соплом, подключенным к затрубному пространству скважины, при этом приемная камера эжектора сообщена с устьем скважины, а диффузор - с выкидной линией, причем регулируемое сопло эжектора установлено с возможностью обогрева потоком эжектируемой с устья скважины продукцией.

7. Устройство по п.6, отличающееся тем, что выше струйного аппарата на насосно-компрессорных трубах установлен перепускной клапан.

8. Устройство по п.6, отличающееся тем, что на линии, соединяющей затрубное пространство скважины и регулируемое сопло эжектора, установлен обратный клапан с
5 возможностью обогрева потоком эжектируемой с устья скважины продукцией.

10

15

20

25

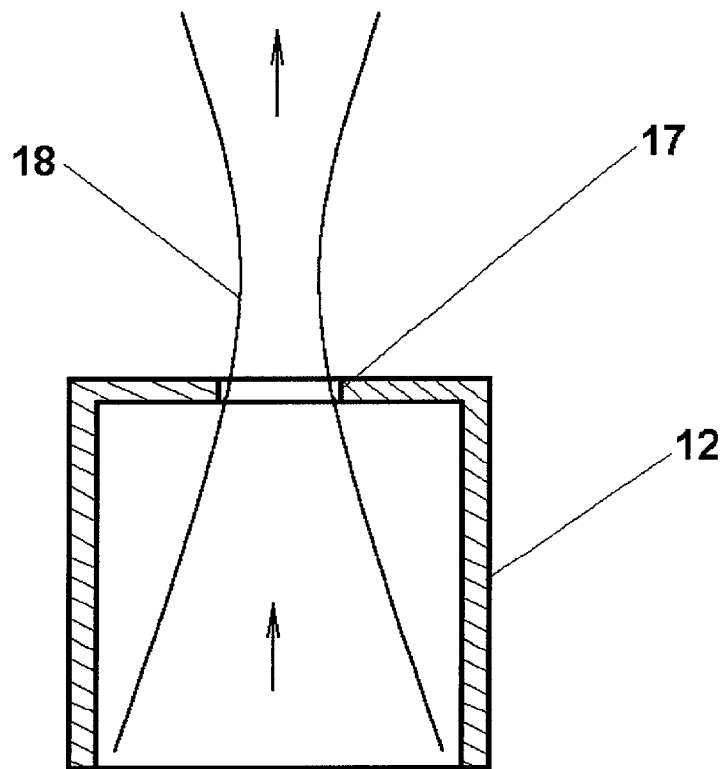
30

35

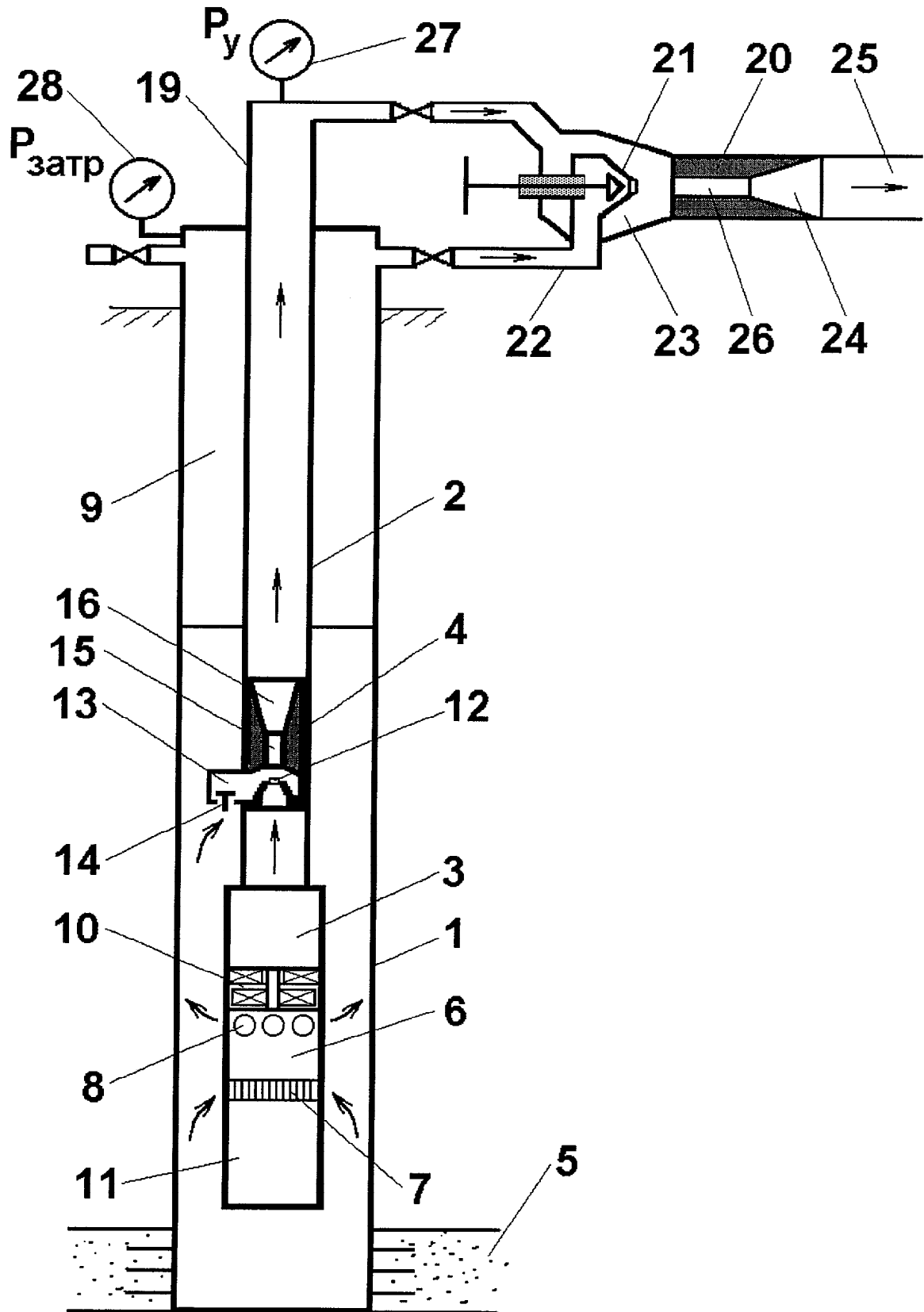
40

45

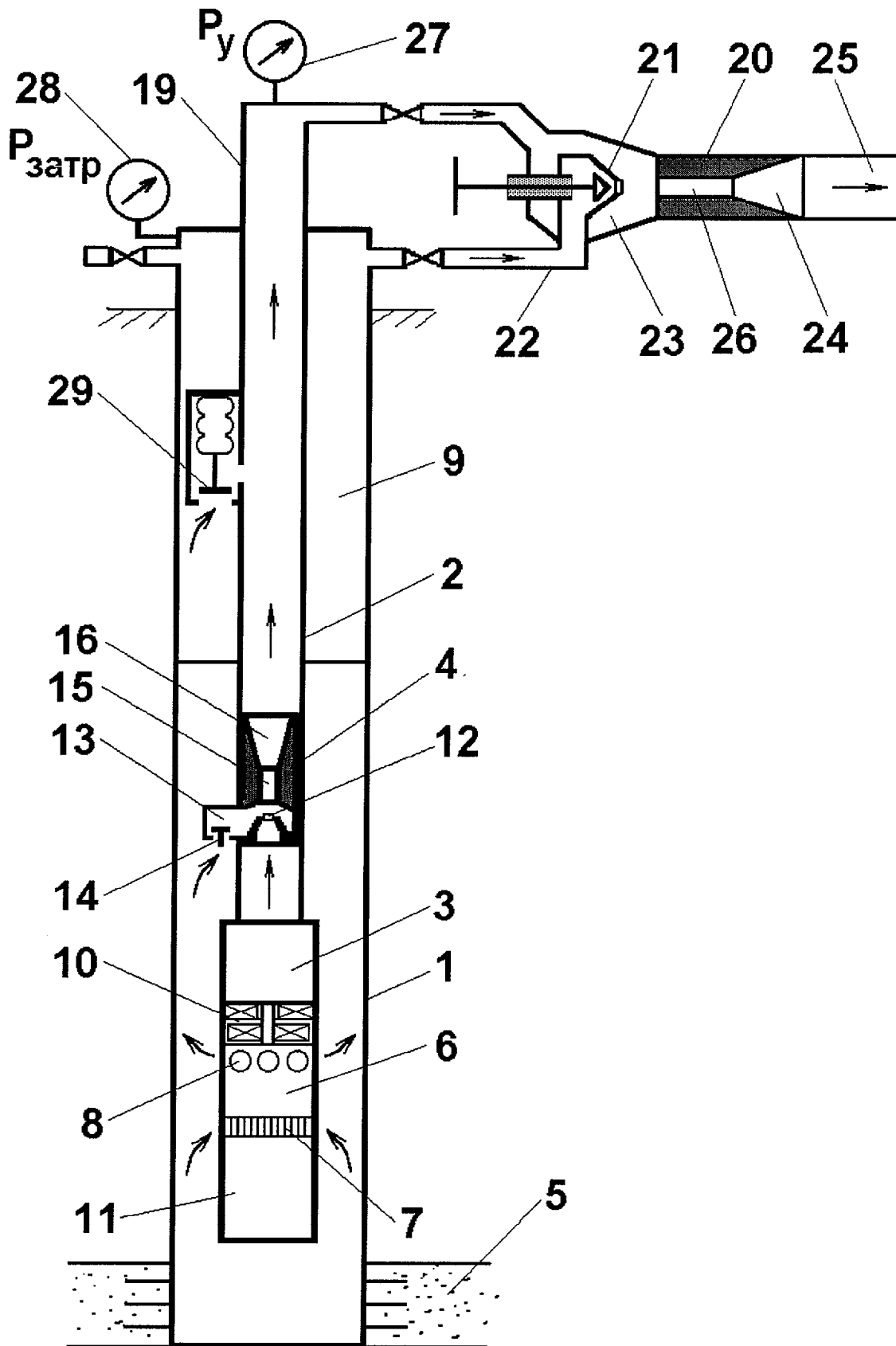
50



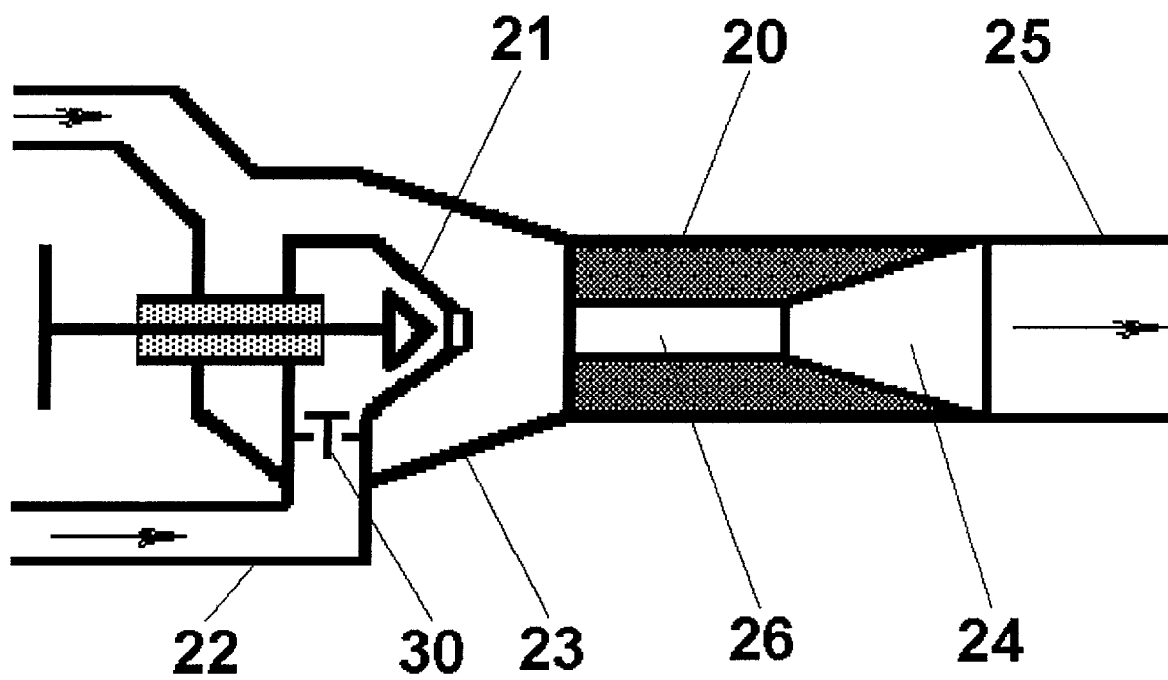
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5