



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F17D 1/065 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2021136412, 09.12.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.12.2021

Дата регистрации:
24.01.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.12.2021

(45) Опубликовано: 24.01.2023 Бюл. № 3

Адрес для переписки:

142717, Московская обл., г.о. Ленинский, п.
Развилка, Проектируемый пр-д N 5537, зд. 15,
стр. 1, ООО "Газпром ВНИИГАЗ", Патентно-
лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Воронцов Михаил Александрович (RU),
Грачев Анатолий Сергеевич (RU),
Козлов Алексей Валерьевич (RU),
Прокопов Андрей Васильевич (RU),
Ротов Александр Александрович (RU),
Фальк Анерт (RU),
Чепурнов Александр Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"Научно-исследовательский институт
природных газов и газовых технологий -
Газпром ВНИИГАЗ" (RU),
Винтерсхалл Дэа Раша ГмбХ (DE)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2098713 C1, 10.12.1997.
Зарницкий Г.Э. Теоретические основы
использования энергии давления природного
газа. - М.: Недра, 1968, с.201. Язык А.В.
Турбодетандеры в системах подготовки
природного газа. М.: Недра, 1977, с.25.
Трубопроводный транспорт нефти и газа /
Под ред. В.А. Юфина - М.: Недра, 1978, с.123
- 126.

(54) Способ повышения эффективности добычи газа и установка для его осуществления

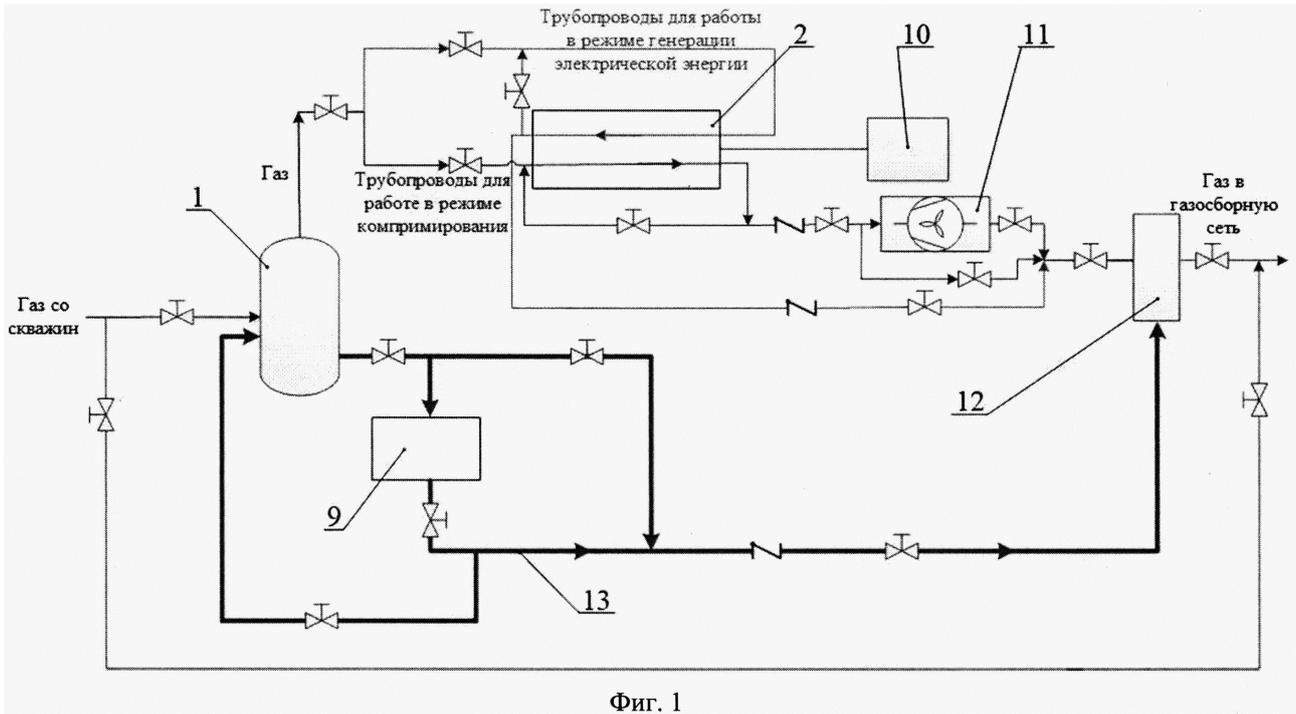
(57) Реферат:

Группа изобретений относится к нефтегазовой промышленности. Техническим результатом является повышение эффективности технологических процессов добычи газа в результате комплексного использования энергии давления пластового газа в продолжение всего периода разработки месторождения за счет применения обратимой установки генерации электроэнергии и компримирования низконапорного газа (ГЭиКНГ). Согласно предлагаемой группе изобретений на начальном этапе эксплуатации месторождения ГЭиКНГ работает в режиме расширительной машины.

После снижения устьевого давления ниже минимально необходимого для подготовки газа и его передачи потребителям, установку ГЭиКНГ переводят в режим компримирования. Установка ГЭиКНГ содержит обратимый винтовой детандер-компрессор (ОВДК) и обратимый электрогенератор-двигатель. ОВДК предназначен для выполнения следующих технологических функций: в детандерном режиме производить механическую энергию на начальном этапе эксплуатации месторождения, в компрессорном режиме обеспечивать повышение давления газового потока после снижения устьевого

давления. Обратимый электрогенератор-двигатель выполняет функции потребителя и

приводного двигателя. 2 н.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

RU 2788803 C1

RU 2788803 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F17D 1/065 (2022.08)

(21)(22) Application: **2021136412, 09.12.2021**

(24) Effective date for property rights:
09.12.2021

Registration date:
24.01.2023

Priority:

(22) Date of filing: **09.12.2021**

(45) Date of publication: **24.01.2023** Bull. № 3

Mail address:

142717, Moskovskaya obl., g.o. Leninskij, p.
Razvilka, Proektiruemyj pr-d N 5537, zd. 15, str.
1, OOO "Gazprom VNIIGAZ", Patentno-
litsenzionnyj otdel

(72) Inventor(s):

**Vorontsov Mikhail Aleksandrovich (RU),
Grachev Anatolij Sergeevich (RU),
Kozlov Aleksej Valerevich (RU),
Prokopov Andrej Vasilevich (RU),
Rotov Aleksandr Aleksandrovich (RU),
Falk Anert (RU),
Chepurnov Aleksandr Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"Nauchno-issledovatel'skij institut prirodnykh
gazov i gazovykh tekhnologij - Gazprom
VNIIGAZ" (RU),
Vinterskhal Dea Rasha GmbH (DE)**

(54) **METHOD FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF GAS PRODUCTION AND AN INSTALLATION FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

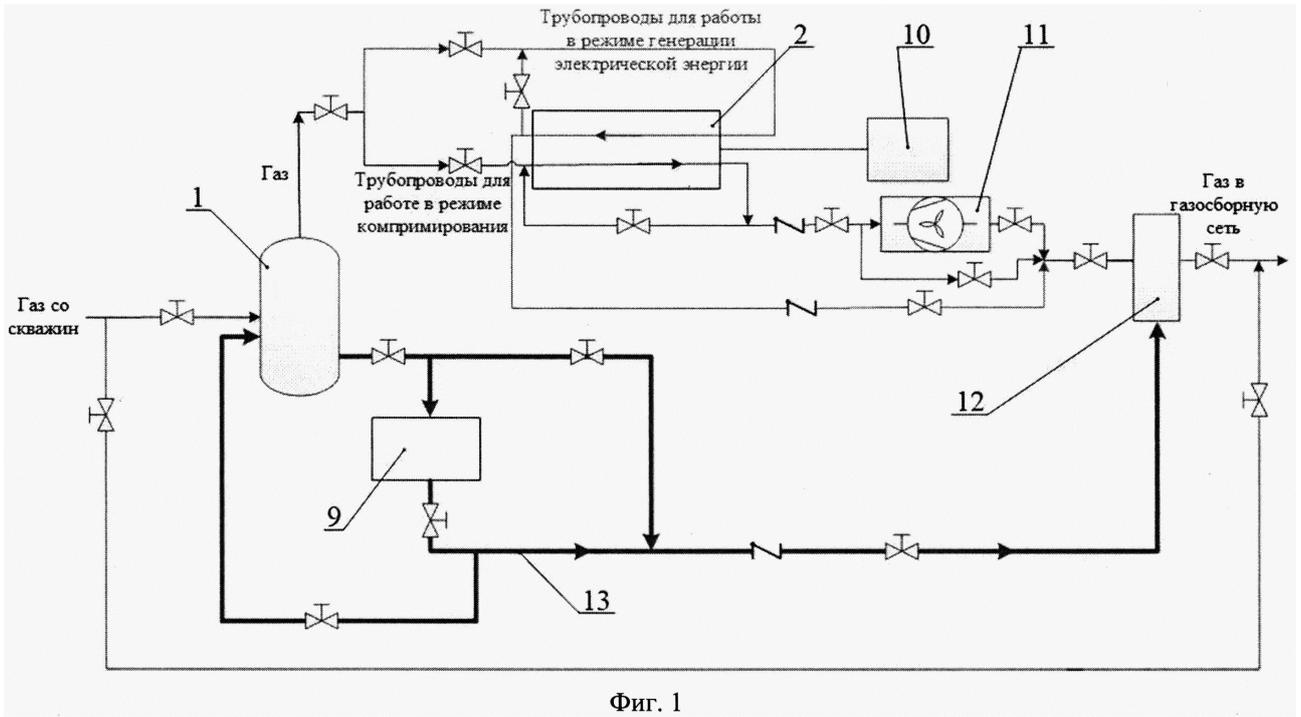
FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: group of inventions relates to the oil and gas industry. According to the proposed group of inventions, at the initial stage of operation of the reversible electric power generation and low-pressure gas compression unit (EPGLPGC) operates in the mode of an expansion machine. After reducing the wellhead pressure below the minimum required for gas treatment and its transfer to consumers, the EPGLPGC unit is switched to compression mode. The EPGLPGC unit contains a reversible screw expander compressor (RSEC) and a reversible electric generator motor. The RSEC is designed to perform the following

technological functions: in the expander mode to produce mechanical energy at the initial stage of field operation, in the compressor mode to ensure an increase in the pressure of the gas flow after a decrease in the wellhead pressure. A reversible electric generator motor performs the functions of a consumer and a drive motor.

EFFECT: increase in the efficiency of technological processes of gas production as a result of the integrated use of reservoir gas pressure energy during the entire period of field development through the use of a reversible electric power generation and low-pressure gas compression unit (EPGLPGC).

2 cl, 2 dwg



Группа изобретений относится к нефтегазовой промышленности и может использоваться на газовых, нефтегазовых и нефтегазоконденсатных месторождениях, характеризующихся на начальном этапе эксплуатации избыточно высокими устьевыми давлениями, в два и более раз превышающими значения, необходимые для осуществления подготовки газа и передачи его потребителям в бескомпрессорном режиме.

В настоящее время избыточный перепад давлений компенсируют («срабатывают») посредством дросселя, что существенно снижает эффективность использования располагаемого перепада давлений пластового газа, т.к. часть пластовой энергии безвозвратно теряется.

Для полезного использования пластовой энергии на начальном этапе эксплуатации месторождений известно о применении высокоэффективных расширительных машин для компенсации на них избыточного перепада давлений и последующего преобразования механической энергии вращения вала в электрическую. Однако применение традиционных расширительных машин для преобразования избыточного перепада давлений с обеспечением формирования полезного эффекта (выработки электрической энергии) характеризуется существенным недостатком: срок их использования ограничен: после снижения устьевого давления ниже давления, необходимого для подготовки и подачи газа потребителям, генерация электроэнергии становится невозможной.

Наиболее близким техническим решением (прототипом) к предлагаемой группе изобретений является способ использования энергии перепада давления источника природного газа, энергохолодильный агрегат и турбодетандер в виде энергопривода с лопаточной машиной (патент РФ №2098713, F17D 1/04, опубл. 10.12.1997). Газ высокого давления подают потребителю через несколько последовательно соединенных между собой турбодетандеров и работу по расширению газа используют для получения электроэнергии и для охлаждения в холодильных камерах. Для этого, в зависимости от значения перепада температуры газа на выходе турбодетандера, газовый поток направляют либо в теплообменник, где газ нагревают за счет охлаждения окружающей среды, либо в следующий турбодетандер. Для осуществления способа используют энергохолодильный агрегат, в котором за каждым из турбодетандеров по ходу газа установлен теплообменник, содержащий во входном трубопроводе запорный элемент. При этом входной и выходной трубопроводы соединены другими запорными элементами с возможностью направления газового потока в обход теплообменника или турбодетандера. В энергохолодильном агрегате используют турбодетандер (энергопривод с лопаточной машиной), ротор которого установлен на валу, связанном валом потребителя и снабженном системой газодинамического уплотнения. Кроме газоподающего сопла с дозатором расхода газа энергопривод снабжен устройством дополнительной подачи струй газа, выполненным в виде блока сопел с клапанным газораспределителем и логическим блоком.

Недостатком известного решения является его возможность повышения эффективности добычи газа только за счет использования свободного перепада давления газа. Кроме того, в состав энергохолодильного агрегата входит турбодетандер - динамическая лопаточная машина, посредством которой не может быть реализован принцип обратимой работы (как в детандерном режиме, так и в режиме копримирования), и которую неэффективно применять для многофазных потоков на кустах скважин и на отдельных скважинах газовых месторождений вследствие снижения надежности и эффективности данного типа оборудования в процессе его эксплуатации.

Задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является создание способа повышения эффективности добычи газа и обратимой установки генерации электроэнергии и компримирования низконапорного газа (ГЭиКНГ) для его реализации.

5 Техническим результатом, на достижение которого направлена предлагаемая группа изобретений, является повышение эффективности технологических процессов добычи газа в результате комплексного использования энергии давления пластового газа в
10 продолжение всего периода разработки месторождения за счет применения обратимой установки ГЭиКНГ, включающей обратимый винтовой детандер-компрессор (ОВДК) объемного принципа действия, эффективность и надежность которой практически не снижается в условиях работы с многофазными потоками.

Указанный технический результат достигается за счет того, что в способе повышения эффективности добычи газа в процессе эксплуатации месторождения поступающий от скважин поток природного газа очищают и разделяют на поток газа и поток жидкости
15 в скруббер-сепараторе, после чего поток газа направляют в обратимый винтовой детандер-компрессор. Причем на этапе эксплуатации месторождения, характеризующемся избыточно высокими устьевыми давлениями, поток газа в обратимом винтовом детандер-компрессоре расширяют и охлаждают с последующей передачей выработанной при этом механической энергии в обратимый
20 электрогенератор-двигатель для получения электрической энергии. Затем охлажденный поток газа направляют в коллектор смешения газа и жидкости.

Поток жидкости из скруббер-сепаратора по линии для жидкости также направляют в коллектор смешения газа и жидкости, откуда смешанный газожидкостной поток выводят с установки. На этапе эксплуатации месторождения, характеризующемся
25 снижением устьевого давления ниже необходимого значения, поток газа в обратимом винтовом детандер-компрессоре компримируют до давления, необходимого для подачи потребителям, за счет энергии, поступающей от обратимого электрогенератора-двигателя. Затем упомянутый поток охлаждают в аппарате воздушного охлаждения газа и направляют в коллектор смешения газа и жидкости. Поток жидкости из скруббер-сепаратора направляют через насос по линии для жидкости в коллектор смешения газа
30 и жидкости, откуда смешанный газо-жидкостной поток выводят с установки.

Установка включает соединительные трубопроводы, запорно-регулирующую арматуру, обратимый электрогенератор-двигатель, обратимый винтовой детандер-компрессор, насос, аппарат воздушного охлаждения газа, коллектор смешения газа и
35 жидкости, линию для жидкости и скруббер-сепаратор. Выход скруббер-сепаратора по потоку жидкости через насос по линии для жидкости соединен с коллектором смешения газа и жидкости, а выход по потоку газа - с обратимым винтовым детандер-компрессором, который через аппарат воздушного охлаждения газа соединен с коллектором смешения газа и жидкости. При этом обратимый винтовой детандер-компрессор содержит корпус с размещенной в нем винтовой парой, соединенной
40 выходным валом с механической трансмиссией, которая подключена к обратимому электрогенератору-двигателю. Насос и аппарат воздушного охлаждения газа установлены с возможностью их отключения и направления газового потока и потока жидкости по трубопроводам непосредственно в коллектор смешения газа и жидкости.

45 Согласно предлагаемой группе изобретений на начальном этапе эксплуатации месторождения ГЭиКНГ, предназначенная для обеспечения необходимого давления на входе установки комплексной подготовки газа (УКПГ), работает в режиме расширительной машины. После снижения устьевого давления ниже минимально

необходимого для подготовки газа и его передачи потребителям, установку ГЭиКНГ переводят в режим компримирования. Снабжение энергией возможно осуществлять через существующие на месторождении воздушные линии электропередач от энергосети или от электростанции собственных нужд (ЭСН).

5 На фиг.1 изображена принципиальная схема обратимой установки ГЭиКНГ.

На фиг.2 - принципиальная схема ОВДК. Обратимая установка ГЭиКНГ включает:

- скруббер-сепаратор 1;

- ОВДК 2, содержащий винтовую пару 3, размещенную в корпусе 4, выходной вал 5, механическую трансмиссию 6 и технологическую обвязку: трубопроводы 7,

10 обеспечивающие работу винтовой пары 3 в детандерном режиме, трубопроводы 8, обеспечивающие работу винтовой пары 3 в компрессорном режиме;

- электроприводной насос 9;

- обратимый электрогенератор-двигатель 10;

- АВО газа 11;

15 - коллектор 12 смешения газа и жидкости;

- линию 13 для жидкости;

- запорно-регулирующую арматуру (ЗРА): отсечные краны, перепускные клапаны, обратные клапаны;

- соединительные трубопроводы (в т.ч. трубопроводы перепуска). Выход скруббер-сепаратора 1 по потоку жидкости через насос 9 по линии 13 для жидкости соединен с коллектором 12 смешения газа и жидкости, а выход скруббер-сепаратора 1 по газовому потоку соединен с ОВДК 2, который через АВО газа 11 соединен с коллектором 12 смешения газа и жидкости. Винтовая пара 3 соединена выходным валом 5 с механической трансмиссией 6, которая подключена к обратимому электрогенератору-двигателю 10.

25 Насос 9 и АВО газа 11 установлены с возможностью их отключения и направления газового потока и жидкости непосредственно в коллектор 12 смешения газа и жидкости с помощью ЗРА и соединительных трубопроводов (перепускных трубопроводов).

Обратимую установку ГЭиКНГ komponуют из известных устройств промышленного производства, кроме ОВДК 2, основными отличиями которого от существующих винтовых компрессоров и детандеров являются:

- возможность работы установки как в компрессорном, так и в детандерном режимах;

- наличием технологической обвязки (трубопроводы 7, 8) обеспечивающей возможность работы установки как в компрессорном, так и в детандерном режимах;

35 - наличием механической трансмиссии 6, обеспечивающей соединение выходного вала ОВДК 2, как с полезной нагрузкой - потребителем производимой механической энергии, вырабатываемой в период генерации, так и с приводным двигателем, который обеспечивает электроэнергией ОВДК 2 в режиме компримирования. В предлагаемой установке ГЭиКНГ функции потребителя и приводного двигателя выполняет один элемент установки: обратимый электрогенератор-двигатель 10.

40 ОВДК 2 предназначен для выполнения следующих технологических функций:

- в детандерном режиме производить механическую энергию (путем реализации процесса расширения газа с высокого давления газа до минимально необходимого для штатной работы промысловых технологических систем - газосборных сетей, УКПГ и т.п.) для передачи ее внешней полезной нагрузке для выработки электрической энергии.

45 - в компрессорном режиме обеспечивать повышение давления газового потока (с давления газа, поступающего от скважин, до давления, необходимого для прохождения газа по газосборной сети до УКПГ с проектным давлением, необходимым для осуществления процесса подготовки газа к транспорту).

Винтовая пара 3 представляет собой два вала, поверхность каждого из которых имеет винтовой профиль, один из валов соединен с выходным валом 5 и совершает вращательное движение, а второй закреплен в независимых опорах и неподвижен. Валы располагаются соосно в корпусе 4 с минимально допустимым зазором (определяется прочностными характеристиками материалов валов и точностью их изготовления) между винтовыми профилями. Винтовые профили рассчитывают и изготавливают таким образом, что объем свободного пространства между валами монотонно и непрерывно меняется от наименьшего значения к наибольшему таким образом, что имеется «узкая» и «широкая» части винтовой пары 3 ОВДК 2. Величина наименьшего и наибольшего объемов свободного пространства между валами определяется значением давления, температуры и количеством газа, поступающего в ОВДК 2 при его работе в детандерном и компрессорном режимах. Причем для реализации процесса расширения необходимо обеспечить движение газа от «узкой» части к «широкой» части винтовой пары, а для реализации процесса компримирования - от «широкой» части к «узкой» части винтовой пары 3.

Винтовые пары широко применяются в промышленности для создания винтовых детандерных и компрессорных установок. Отличительной особенностью винтовой пары 3, применяемой в ОВДК 2, является то, что ее рассчитывают для обеспечения параметров работы установки как в компрессорном, так и в детандерном режимах. Предлагаемый способ с использованием установки ГЭиКНГ осуществляют следующим образом.

На начальном этапе эксплуатации месторождения, характеризующемся избыточно высокими устьевыми давлениями (режим генерации электрической энергии), поток природного газа от скважин, обладающий высоким давлением, превышающим значение, необходимое для обеспечения подготовки газа и передачи его потребителю, направляют сначала в скруббер-сепаратор 1, в котором его разделяют на поток газа и поток жидкости, после чего поток жидкости по линии 13 для жидкости направляют в коллектор 12 смешения газа и жидкости. В режиме генерации жидкость обладает высоким давлением, поэтому насос 9 отключен посредством ЗРА и жидкость поступает непосредственно в коллектор 12 смешения газа и жидкости под собственным давлением по трубопроводам перепуска. Поток газа из скруббер-сепаратора 1 направляют в ОВДК 2, который на данном этапе работает в детандерном режиме, где поток газа по трубопроводам 7, обеспечивающим работу винтовой пары 3 в детандерном режиме, поступает в винтовую пару 3 для расширения, т.е. на «узкую» часть. Поток газа расширяется в винтовой паре 3, поэтапно проходя свободное пространство, образуемое винтовыми профилями винтовой пары 3 от «узкой» к «широкой» части, при этом увеличивается объем, занимаемый газом, снижается давление газа (до минимально необходимого для штатной работы промысловых технологических систем и вырабатывается механическая работа, которую посредством выходного вала 5 и механической трансмиссии 6 отводят на обратимый электрогенератор-двигатель 10, где ее преобразуют в электрическую энергию. После расширения в ОВДК 2 поток газа обладает низкими температурами, поэтому на данном этапе АВО газа 11 отключен и поток газа с помощью ЗРА направляют по трубопроводам перепуска непосредственно в коллектор 12 смешения газа и жидкости, где его смешивают с жидкостью и выводят в газосборную сеть и далее потребителям (для обеспечения транспорта, подготовки и переработки газа и т.п.). Полученную электроэнергию, выработанную без затрат топлива, используют для собственных технологических нужд на месторождении путем передачи потребителям электрической энергии по существующим на месторождении

воздушным линиям электропередач и/или направляют во внешнюю электрическую сеть. Применение установок ГЭиКНГ позволяет заместить часть энергии, генерируемой на ЭСН, и снизить выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, образующихся при работе ЭСН, либо снизить объемы электрической энергии, закупаемой у генерирующих компаний.

На более позднем этапе эксплуатации месторождения, по мере снижения пластового давления до значения, при котором невозможно обеспечить подготовку газа и передачу его потребителям, подключают насос 9 и АВО газа 11 путем переключения отсечных кранов и установку ГЭиКНГ переводят в режим компримирования низконапорного газа. Поток природного газа от скважин, обладающий низким давлением, направляют в скруббер-сепаратор 1, в котором его разделяют на поток газа и поток жидкости.

Поскольку в режиме компримирования низконапорного газа жидкость обладает низким давлением, ее после скруббер-сепаратора 1 направляют через насос 9, в котором давление жидкости повышают до давления, необходимого для подачи в газосборную сеть, по линии 13 для жидкости в коллектор 12 смешения газа и жидкости. Поток газа после скруббер-сепаратора 1 направляют в ОВДК 2, который на данном этапе работает в компрессорном режиме. При этом поток газа, поступающий на вход ОВДК 2 с низким давлением, поступает по трубопроводам 8, обеспечивающим работу винтовой пары 3 в компрессорном режиме, для сжатия, т.е. на «широкую» часть. Поток газа сжимают в винтовой паре ОВДК 2, поэтапно пропуская его через свободное пространство, образуемое профилями винтовой пары, от «широкой» к «узкой» части. При этом происходит снижение объема, занимаемого газом, и повышается его давление до значения, необходимого для прохождения газа по газосборной сети с проектным давлением, необходимым для осуществления процесса подготовки газа к транспорту.

Работу ОВДК 2 в компрессорном режиме обеспечивают за счет энергии обратимого электрогенератора-двигателя 10, который в период компримирования низконапорного газа работает в режиме электрического двигателя, необходимая для его работы электрическая энергия при этом поступает по воздушным электрическим линиям месторождения или от ЭСН. Энергию обратимого электрогенератора-двигателя 10 передают винтовой паре 3 ОВДК 2 посредством механической трансмиссии 6 и выходного вала 5. После компримирования поток газа обладает высокими температурами, поэтому поток газа после компримирования в ОВДК 2 направляют в АВО газа 11, в котором охлаждают его до температуры, достаточной для предотвращения гидратообразования, и направляют в коллектор 12 смешения газа и жидкости. В коллекторе 12 смешения газа и жидкости смешивают поток жидкости с потоком газа, после чего смешанный газо-жидкостной поток выводят в газосборную сеть. В результате давление газа повышают до давления, определенного с учетом потерь давления в газотранспортной системе (ГСС), и требуемого давления на входе в УКПГ, при этом снижают скорости движения газа в ГСС, что исключает необходимость обеспечения допустимых значений скоростей газа в ГСС путем увеличения площади, через которую проходит газ, т.е. исключают применение лупингов (дополнительных труб, установленных параллельно с уже существующими), а также отдалают сроки ввода дожимной компрессорной станции (ДКС) и снижают ее необходимую мощность по сравнению с вариантом эксплуатации месторождения без применения установок ГЭиКНГ.

Таким образом, реализация предложенной группы изобретений обеспечивает повышение эффективности добычи газа, что обусловлено:

- снижением потребности в покупке или в генерации электрической энергии для нужд

месторождения;

- оптимизацией технических решений для ДКС (отдаление сроков ввода, снижение мощности и т.п.) или полное исключение потребности в ДКС вследствие перехода на работу на месторождении по схеме распределенного компримирования при снижении 5 пластового давления. При этом отсутствует необходимость дополнительных капитальных вложений, т.к. установки ГЭиКНГ являются обратимыми;

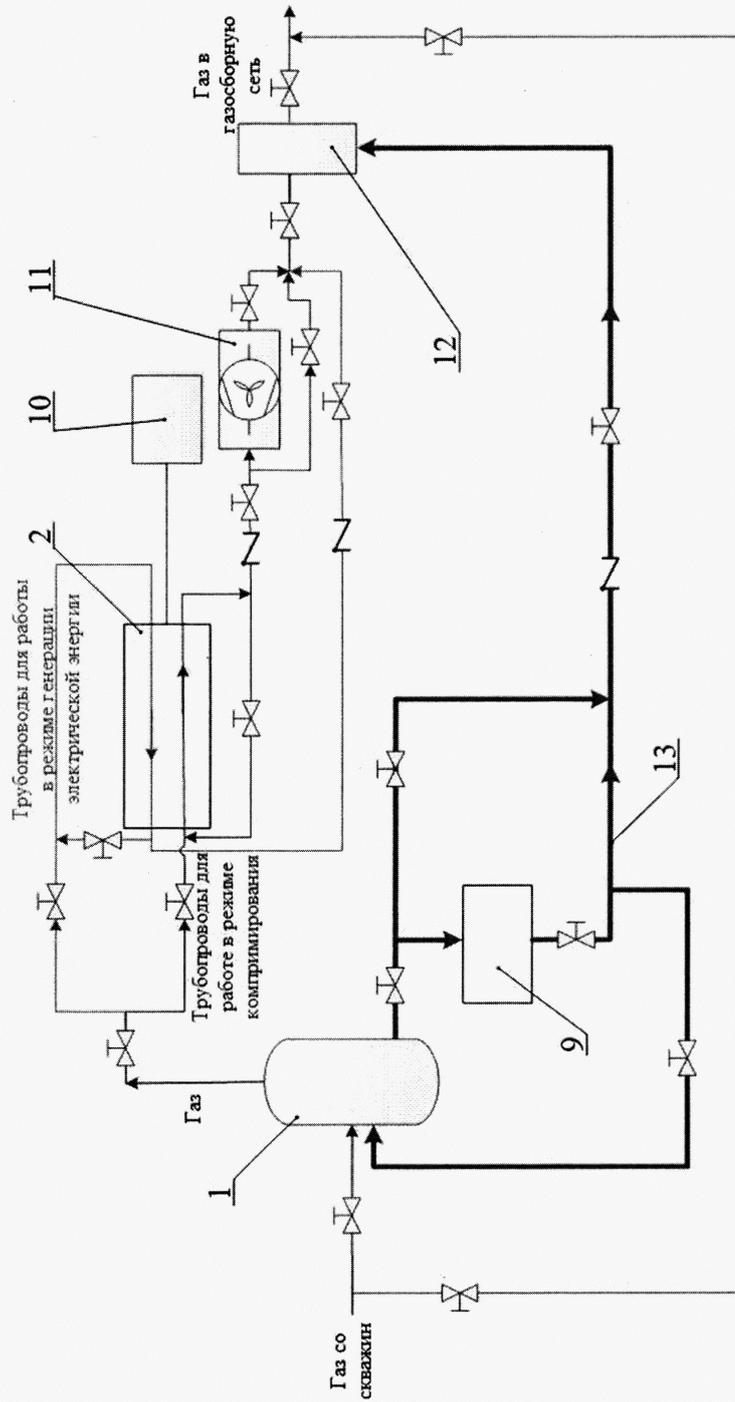
- увеличением полезного срока использования оборудования на протяжении всего периода эксплуатации месторождения по сравнению с использованием традиционных расширительных машин;

10 - оптимизацией технических решений для газосборных сетей (исключение потребности в лупингах, вследствие перехода на работу месторождения по схеме распределенного компримирования, при которой возможно повысить давление в шлейфах, что приводит к снижению скоростей газа до допустимых значений без лупингования).

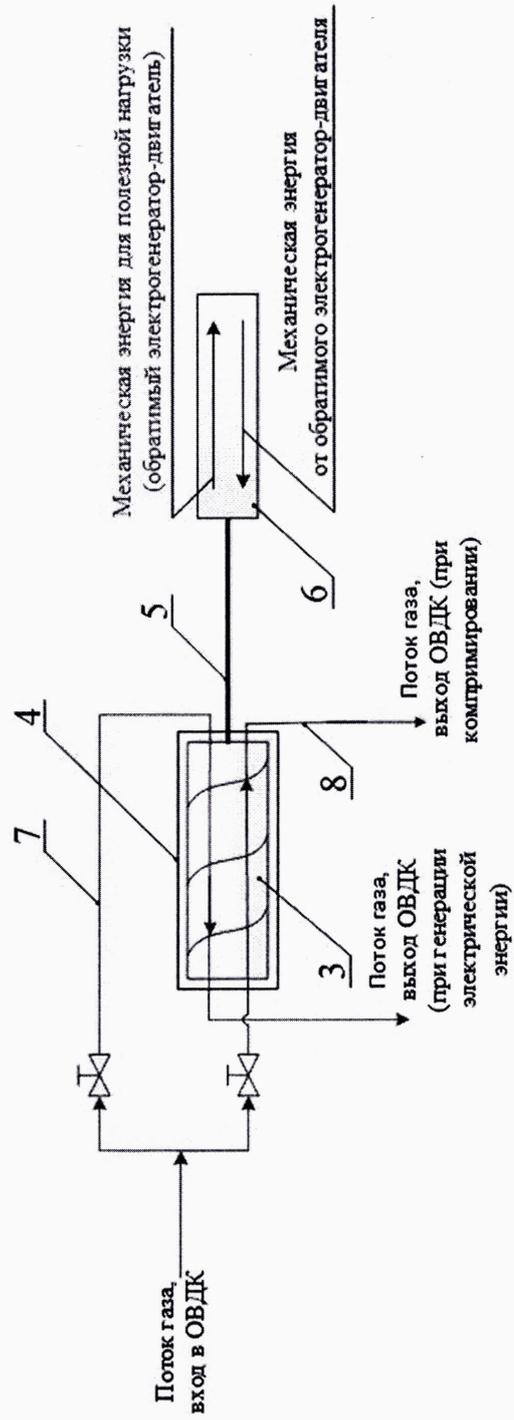
15 (57) Формула изобретения

1. Способ повышения эффективности добычи газа, заключающийся в том, что в процессе эксплуатации месторождения поступающий от скважин поток природного газа очищают и разделяют на поток газа и поток жидкости в скруббер-сепараторе, 20 после чего поток газа направляют в обратимый винтовой детандер-компрессор, причем на этапе эксплуатации месторождения, характеризующемся избыточно высокими устьевыми давлениями, поток газа в обратимом винтовом детандер-компрессоре расширяют и охлаждают с последующей передачей выработанной при этом механической энергии в обратимый электрогенератор-двигатель для получения электрической энергии, затем охлажденный поток газа направляют в коллектор 25 смешения газа и жидкости, поток жидкости из скруббер-сепаратора по линии для жидкости также направляют в коллектор смешения газа и жидкости, откуда смешанный газо-жидкостной поток выводят с установки, а на этапе эксплуатации месторождения, характеризующемся снижением устьевого давления ниже необходимого значения, поток газа в обратимом винтовом детандер-компрессоре компримируют до давления, 30 необходимого для подачи потребителям, за счет энергии, поступающей от обратимого электрогенератора-двигателя, затем упомянутый поток охлаждают в аппарате воздушного охлаждения газа и направляют в коллектор смешения газа и жидкости, поток жидкости из скруббер-сепаратора направляют через насос по линии для жидкости в коллектор смешения газа и жидкости, откуда смешанный газо-жидкостной поток 35 выводят с установки.

2. Установка для осуществления способа по п. 1, включающая соединительные трубопроводы, запорно-регулирующую арматуру, обратимый электрогенератор-двигатель, обратимый винтовой детандер-компрессор, насос, аппарат воздушного 40 охлаждения газа, коллектор смешения газа и жидкости, линию для жидкости и скруббер-сепаратор, выход которого по потоку жидкости через насос по линии для жидкости соединен с коллектором смешения газа и жидкости, а выход по потоку газа - с обратимым винтовым детандер-компрессором, который через аппарат воздушного охлаждения газа соединен с коллектором смешения газа и жидкости, при этом обратимый винтовой детандер-компрессор содержит корпус с размещенной в нем 45 винтовой парой, соединенной выходным валом с механической трансмиссией, которая подключена к обратимому электрогенератору-двигателю, а насос и аппарат воздушного охлаждения газа установлены с возможностью их отключения и направления потока газа и потока жидкости непосредственно в коллектор смешения газа и жидкости.



Фиг. 1



Фиг. 2