

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038638**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.09.27

(51) Int. Cl. **F25J 1/00** (2006.01)
F17C 7/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
201900039

(22) Дата подачи заявки
2019.01.28

(54) СПОСОБ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ

(43) **2020.07.31**

(56) RU-C2-2228486
RU-C1-2306500
RU-C1-2615302
RU-U1-165208
US-A-5916260

(96) **2019000002 (RU) 2019.01.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ГАЗПРОМ
ТРАНСГАЗ ЕКАТЕРИНБУРГ" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Крюков Алексей Вячеславович,
Шиков Сергей Юрьевич, Мишин
Олег Леонидович (RU), Гончаров
Олег Юрьевич, Саулиди Панаёт
Георгиевич (KZ)**

(57) Изобретение относится к газовой промышленности, конкретно к способам газоснабжения потребителей природным газом, а также к технологии производства сжиженного природного газа. Газ из месторождения очищают и подготавливают к транспортировке, подают в магистральный трубопровод, дополнительно очищают, сжижают часть газа, проходящего через комплекс по сжижению природного газа, работающий параллельно газораспределительной станции, сжиженный газ накапливают в криогенном сосуде, переливают в транспортную емкость и доставляют до потребителя в расходную емкость. В целях исключения затрат энергии природный газ переводят в жидкое агрегатное состояние за счет избыточной работы по сжатию природного газа известным способом, основанным на эффекте Джоуля-Томсона или на детандерном криогенном цикле. Часть сжиженного газа из расходной емкости подают в испарители наддува, после которых нагретый и сильно увеличенный в объеме газ подают в полость расходной емкости над зеркалом жидкости, что обеспечивает вытеснение жидкости в испаритель-регазификатор. Жидкость при давлении выше давления в распределительной сети газифицируют и нагревают в испарителе-регазификаторе за счет тепла окружающей среды. Техническим результатом, на который направлено изобретение, является создание упрощенного и дешевого способа газоснабжения потребителей природным газом.

B1**038638****038638****B1**

Изобретение относится к газовой промышленности, конкретно к технологии производства и использования сжиженного природного газа (далее - СПГ), а также к способам газоснабжения потребителей природным газом (далее - ПГ).

Известен способ газоснабжения (например, авт.св. № 832241, авт.св. № 1634946), когда ПГ, добытый из месторождения, очищают от механических частиц и нежелательных примесей, затем транспортируют по магистральному трубопроводу до места потребления. При этом, для поддержания постоянного давления транспортируемого газа, требуемого для эффективной транспортировки газа, и компенсации гидравлических потерь от сопротивления трубопровода по длине газ компримируют с помощью компрессоров (газоперекачивающих агрегатов) компрессорных станций, затрачивая для этого электрическую энергию или тепловую энергию, полученную от сжигания части транспортируемого газа. При подходе магистрального газопровода к месту потребления - населенному пункту или производственному предприятию, давление ПГ снижается до безопасных значений (до 0,6 и 1,2 Мпа, соответственно) и он подается в распределительный трубопровод газораспределительной сети, посредством которой он доставляется до каждого конечного потребителя. Снижение давления производится на регуляторах газораспределительной станции (далее - ГРС) за счет дросселирования, при этом потенциальная энергия сжатого газа, сообщенная ему с помощью нагнетателей компрессорных станций, превращается в необратимые термодинамические потери. Данные потери снижают энергетическую эффективность транспорта газа, а следовательно, и данного способа газоснабжения в целом. Другим недостатком данного способа является необходимость прокладки магистрального газопровода или газопровода-отвода до каждого объекта газификации, что требует, как правило, высоких капитальных затрат и может быть обоснованно только высоким и постоянным потреблением газа. Газификация потребителей с низкими расходами и непостоянным, например сезонным, потреблением экономически не целесообразна.

Известен также способ газоснабжения населенных пунктов (патент РФ № 2458283, дата приоритета 05.07.2011 г.), отличающийся от первого тем, что добытый ПГ после предварительного очищения от механических частиц и нежелательных примесей сжижают на промысле. Затем СПГ перекачивают известным способом в танкеры-метановозы, доставляют в танкерах в терминал, приближенный к месту потребления, перекачивают из криогенных сосудов танкера в криогенные изотермические хранилища терминала, далее СПГ с помощью криогенных насосов подают в испарители-регазификаторы, в которых СПГ нагревается за счет температуры окружающей среды, испаряясь и нагреваясь до температуры, близкой к температуре окружающей среды, подогревается до температуры, приемлемой для дальнейшей подачи в газопровод за счет электроэнергии или тепла от сжигания части регазифицированного газа в теплообменных аппаратах. Далее газ транспортируется по магистральному трубопроводу и подается потребителю через распределительный трубопровод, также как и в первом способе. Цель данного способа - снижение капитальных затрат на строительство магистрального трубопровода, а так же снижение затрат энергии на транспортировку (компримирование ПГ) по отношению к вышеописанному способу, а также возможность диверсификации поставок ПГ в случае изменения потребности потребителя в первичном энергоносителе. Недостаток данного способа в том, что для сжижения ПГ необходимо затрачивать значительное количество энергии. Теоретическая минимальная работа сжижения метана составляет 0,307 кВт·ч/кг, а реальная с учетом необратимостей криогенных циклов - 0,6-1 кВт·ч/кг. Далее эквивалентное количество энергии должно быть подведено к СПГ при его регазификации и подогреве. Сохраняются в этом способе и следующие недостатки первого: необратимые термодинамические потери при редуцировании на ГРС, необходимость прокладки магистрального газопровода или газопровода-отвода от терминала до каждого объекта газификации.

Техническим результатом, на который направлено изобретение, является создание упрощенного и дешевого способа газоснабжения потребителей природным газом.

Указанный результат достигается тем, что газ из месторождения очищают и подготавливают к транспортировке, подают в магистральный трубопровод, дополнительно очищают, сжижают часть газа, проходящего через комплекс по сжижению ПГ, работающий параллельно ГРС, сжиженный газ накапливают в криогенном сосуде, переливают в транспортную емкость и доставляют до потребителя в расходную емкость. В целях исключения затрат энергии ПГ переводят в жидкое агрегатное состояние за счет избыточной работы по сжатию ПГ известным способом, основанным на эффекте Джоуля-Томсона или на детандерном криогенном цикле. С этой же целью часть сжиженного газа из расходной емкости подают в испарители наддува, после которых нагретый и сильно увеличенный в объеме газ подают в полость расходной емкости над зеркалом жидкости, что обеспечивает вытеснение жидкости в испаритель-регазификатор. Жидкость при давлении выше давления в распределительной сети газифицируют и нагревают в испарителе-регазификаторе за счет тепла окружающей среды.

В этом способе расходная емкость может быть расположена как вблизи места получения и хранения СПГ, так и на удалении, также в качестве расходной емкости может быть использована транспортная емкость.

Также в районах с холодным климатом в технологическую линию может быть включен теплообменный аппарат, нагревающий компримированный ПГ, выходящий из атмосферного испарителя (он же испаритель-регазификатор) до температуры, превышающей температуру окружающей среды.

Кроме того, часть потока газа, использованная для получения холода в комплексе по сжижению, также может использоваться для газоснабжения потребителей, снабжаемых от ГРС.

Заявляемое изобретение поясняется чертежом, на котором показана его функциональная схема.

Согласно приведенной схеме объекты, участвующие в реализации способа по изобретению, включают в себя месторождение - 1, магистральный газопровод - 2, компрессорные станции - 3, ГРС - 4, комплекс по сжижению ПГ - 5, хранилище СПГ - 6, расходные емкости - 7, метановозы - 8, испарители наддува - 9, испарители-регазификаторы - 10, потребителей: промышленные 11 и объекты социально-бытового и культурного назначения 12.

Способ по изобретению осуществляется следующим образом. Газ из месторождения 1 очищают и подготавливают к транспортировке, подают в магистральный газопровод 2, на протяжении которого установлены компрессорные станции 3 для обеспечения заданного расхода, транспортируемого ПГ и его оптимального давления. На входе в ГРС 4 на подводящем трубопроводе поток разделяется на две части. Часть направляется на ГРС 4, а часть (объем которой рассчитывается из потребности, но не более значительный, позволяющий работать оборудованию ГРС в штатных режимах) направляется на комплекс по сжижению ПГ 5, работающему параллельно ГРС магистрального газопровода. Попадая на комплекс по сжижению 5, часть ПГ переводится в жидкое агрегатное состояние за счет избыточной работы по сжатию ПГ, произведенной газоперекачивающими станциями для обеспечения его трубопроводного транспорта от места добычи до места потребления. При этом избыточная энергия потока ПГ преобразуется в тепловую (холод) за счет эффекта Джоуля-Томсона или на адиабатных расширительных машинах (детандерах), а часть потока, использованная для получения холода, по выходу из технологического цикла представляет собой сетевой газ и используется для газоснабжения потребителей. При снижении давления и температуры часть потока ПГ, проходящего через комплекс по сжижению ПГ 5, переходит в жидкое агрегатное состояние. Часть ПГ, предназначенная для сжижения, очищается от механических частиц, влаги, углекислоты и прочих нежелательных примесей.

СПГ является криогенной жидкостью и обладает удельным весом, приблизительно в 600 раз превышающим удельный вес ПГ при стандартных условиях. СПГ накапливается в криогенном сосуде (хранилище 6) на комплексе по сжижению ПГ 5, где он хранится при низком и среднем давлении (от 0,1 до 16 кгс/см²). Из хранилища 6 СПГ переливается в криогенную теплоизолированную расходную емкость 7 необходимой вместимости. Причем, расходная емкость 7 может быть расположена как вблизи от места получения и хранения СПГ, так и на удалении - на месте потребления компримированного ПГ. Высокая плотность криогенной жидкости, малый занимаемый ею объем, в сравнении, например, с компримированным ПГ, и практически полное отсутствие балластного газа позволяют эффективно выполнить доставку СПГ к месту потребления ПГ в расходную емкость 7 с помощью метановозов 8. Часть СПГ из расходной емкости 7 подается в испарители наддува 9 комплекса регазификации СПГ, где испаряется, нагревается, сильно увеличиваясь в объеме, и подается в полость расходной емкости 7 над зеркалом жидкости (в паровую подушку), благодаря чему давление в расходной емкости повышается, вытесняя жидкость в испаритель-регазификатор 10. Жидкость при давлении выше давления в распределительной сети газифицируется и нагревается в испарителе-регазификаторе 10 до температуры, близкой к температуре окружающей среды. Испарение криогенной жидкости (регазификация) и нагрев до температуры, близкой к температуре окружающей среды, осуществляется за счет тепла окружающей среды. Таким образом, наиболее существенная часть работы над ПГ по производству СПГ и дальнейшей подачи в распределительную сеть промышленным объектам 11 и объектам социально-бытового и культурного назначения 12 производится без дополнительных затрат энергии - используется энергия потока магистрального ПГ на перепаде давления ГРС при сжижении (избыточно совершенная работа по транспорту газа) и тепло окружающей среды при регазификации. Энергия от внешних источников используется на питание вспомогательных систем технологического оборудования по получению СПГ (систем смазки, освещения, систем безопасности, отопление и освещения рабочих мест). При этом энергия, затрачиваемая извне на сжижение ПГ, приблизительно в 100 раз меньше, чем энергия, необходимая при других способах (0,007 против 0,6...1 кВт·ч/кг).

При необходимости в технологическую линию включается подогреватель газа (теплообменный аппарат), который нагревает компримированный ПГ, выходящий из атмосферного испарителя (испарителя-регазификатора) до температуры, необходимой для подачи в распределительную сеть, превышающей температуру окружающей среды (например, до +5°C), что требуется в районах с холодным климатом.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ газоснабжения природным газом, при котором газ из месторождения очищают и подготавливают к транспортировке, подают в магистральный трубопровод, дополнительно очищают, сжижают часть газа, проходящего через комплекс по сжижению природного газа, работающий параллельно газораспределительной станции, сжиженный газ накапливают в криогенном сосуде, переливают в транспортную емкость и доставляют до потребителя в расходную емкость, отличающийся тем, что природный газ переводят в жидкое агрегатное состояние за счет избыточной работы по сжатию природного газа из-

