

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2757518

### СПОСОБ ОХЛАЖДЕНИЯ КОМПРИМИРОВАННОГО ГАЗА

Патентообладатель: *Открытое акционерное общество  
"Севернефтегазпром" (RU)*

Авторы: *Дмитрук Владимир Владимирович (RU),  
Касьяненко Андрей Александрович (RU), Кравченко  
Игорь Владимирович (RU), Ковинченко Евгений  
Борисович (RU), Балько Роман Валерьевич (RU)*

Заявка № 2020127055

Приоритет изобретения 11 августа 2020 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 18 октября 2021 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 11 августа 2040 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*F25B 15/00* (2021.08); *F17D 1/00* (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2020127055, 11.08.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.08.2020Дата регистрации:  
18.10.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.08.2020

(45) Опубликовано: 18.10.2021 Бюл. № 29

Адрес для переписки:

629380, Ямало-Ненецкий автономный окр., г.  
Новый Уренгой, а/я 1130, ОАО  
"Севернефтегазпром"

(72) Автор(ы):

Дмитрук Владимир Владимирович (RU),  
Касьяненко Алексей Александрович (RU),  
Кравченко Игорь Владимирович (RU),  
Ковинченко Евгений Борисович (RU),  
Балько Роман Валерьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

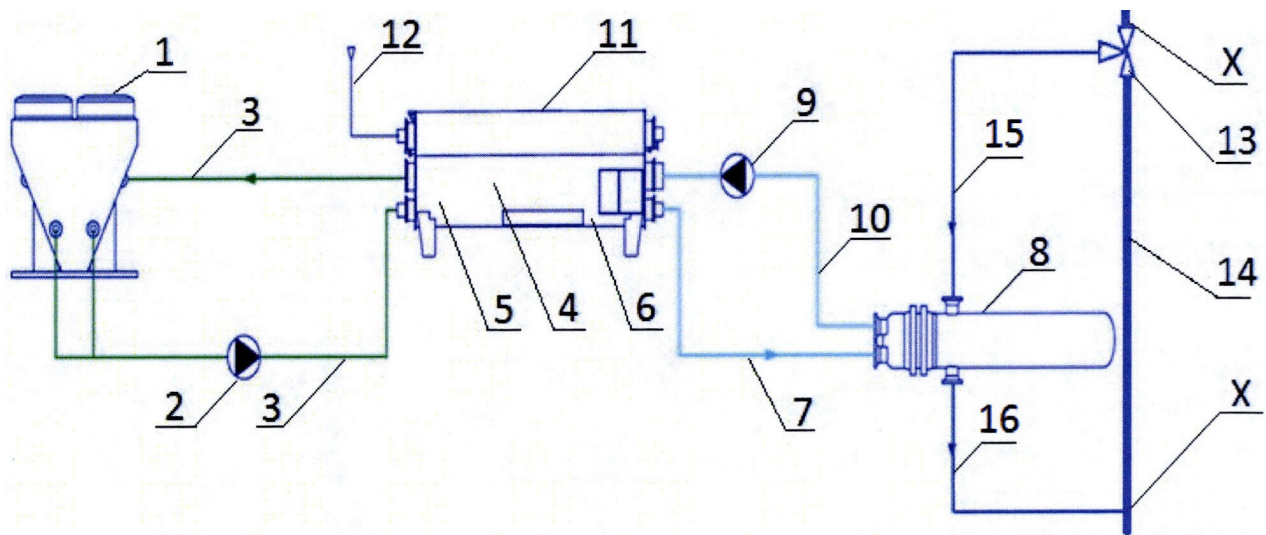
Открытое акционерное общество  
"Севернефтегазпром" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: Справочное пособие под ред. Н.И.  
Рябцева. Газовое оборудование, приборы и  
арматура. Москва, Недра, 1985, с. 358-362. RU  
2362099 С2, 20.07.2009. RU 2455399 С2,  
10.07.2012. RU 2719533 С, 21.04.2020. WO 2009/  
056830 А1, 07.05.2009.

## (54) СПОСОБ ОХЛАЖДЕНИЯ КОМПРИМИРОВАННОГО ГАЗА

(57) Реферат:

Изобретение относится к газовой промышленности, в частности к способам охлаждения компримированного газа. Способ охлаждения компримированного газа включает охлаждение его атмосферным воздухом в аппаратах воздушного охлаждения, охлаждение в рекуперативном теплообменнике и глубокое охлаждение в холодильных аппаратах. При недостижении регламентной температуры охлаждения компримированного газа осуществляют автоматическое переключение потока компримированного газа в байпасный трубопровод подачи компримированного газа на охлаждение в рекуперативный теплообменник «газ-жидкость» с запуском абсорбционной

холодильной машины в работу. В абсорбционной холодильной машине в качестве промежуточного хладагента используют подготовленную в сухой градирне воду. При достижении в теплообменнике «газ-жидкость» регламентной температуры охлаждения компримированного газа автоматически осуществляют перевод подачи компримированного газа в основной межцеховой трубопровод, а абсорбционную машину останавливают. Изобретение обеспечивает повышение эффективности эксплуатации действующего производственного объекта, расположенного в зоне залегания вечной мерзлоты. 1 ил.





FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F25B 15/00* (2006.01)  
*F17D 1/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*F25B 15/00* (2021.08); *F17D 1/00* (2021.08)

(21)(22) Application: **2020127055, 11.08.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**11.08.2020**

Registration date:  
**18.10.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **11.08.2020**

(45) Date of publication: **18.10.2021 Bull. № 29**

Mail address:

**629380, Yamalo-Nenetskiy avtonomnyj okr., g.  
Novyj Urengoj, a/ya 1130, OAO  
"Severneftegazprom"**

(72) Inventor(s):

**Dmitruk Vladimir Vladimirovich (RU),  
Kasyanenko Aleksej Aleksandrovich (RU),  
Kravchenko Igor Vladimirovich (RU),  
Kovinchenko Evgenij Borisovich (RU),  
Balko Roman Valerevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo  
"Severneftegazprom" (RU)**

(54) **METHOD FOR COMPRESSED GAS COOLING**

(57) Abstract:

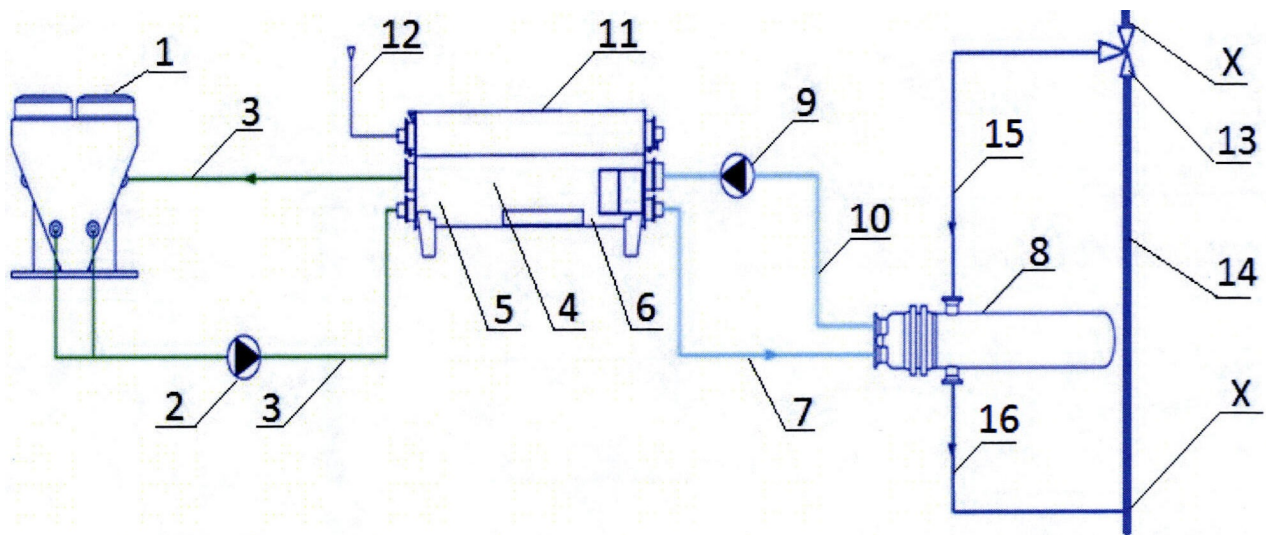
FIELD: gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to the gas industry, in particular to methods for compressed gas cooling. The method for compressed gas cooling includes cooling it with atmospheric air in air cooling units, cooling in a recuperative heat exchanger and deep cooling in refrigerating units. If the regulation cooling temperature of the compressed gas is not reached, the compressed gas flow is automatically switched to the bypass pipeline for supplying compressed gas for cooling to the gas-liquid recuperative heat exchanger with the start of the absorption refrigerating machine.

In the absorption refrigerating machine, water prepared in a dry cooling tower is used as an intermediate refrigerant. When the gas-liquid heat exchanger reaches the regulation cooling temperature of the compressed gas, the compressed gas supply is automatically transferred to the main inter-shop pipeline, and the absorption machine is stopped.

EFFECT: invention provides an increase in the efficiency of operation of an existing production facility located in the permafrost zone.

1 cl, 1 dwg



Изобретение относится к газовой промышленности, в частности к способам охлаждения компримированного газа и предназначен для внедрения и применения на производственных объектах, расположенных в зоне залегания вечной мерзлоты, где добывается, компримируется, подготавливается и транспортируется природный газ, а также имеются ограничения в резервных ресурсах электроэнергии, подготовленной воды, но есть возможность использовать топливный природный газ для собственных технологических нужд или бросовое вторичное тепло.

Падение давления пластового газа в скважинах месторождений на протяжении длительного срока их эксплуатации, вынуждает газодобывающие предприятия поддерживать необходимое давление подготовленного товарного газа для дальнейшей подачи его в магистральный газопровод за счет увеличения количества работающих газоперекачивающих агрегатов (далее - ГПА) на дожимных компрессорных станциях (далее - ДКС). С увеличением количества, работающих на ДКС ГПА, увеличивается степень сжатия, следовательно, и температура компримированного газа.

Превышение нормы технологического параметра в части температуры подготовленного компримированного природного газа для подачи его в магистральный газопровод, может привести к ограничению пропускной способности газопровода, растеплению мерзлотных грунтов, в которых залегает газопровод с риском изменения его проектного положения, разрушения и разгерметизации. Для исключения указанной проблемы или минимизации рисков ее возникновения, актуальным является вопрос по разработке и внедрению эффективного, не зависящего от внешних факторов способа охлаждения компримированного газа после ГПА.

В настоящее время основным известным и распространенным способом охлаждения компримированного газа после ГПА на ДКС газовых промыслов, является процесс его теплообмена с атмосферным воздухом в аппаратах воздушного охлаждения (далее - АВО) и/или с сырым пластовым газом в рекуперативных теплообменниках (далее - РТ) [проект ПАО «Южнегаз» Обустройство Южно-Русского нефтегазового месторождения. Установка комплексной подготовки газа 05.125.1-03.01-000.00.00]. При этом сам процесс охлаждения существенно зависит от температуры наружного воздуха и температуры сырого пластового газа, что не всегда позволяет обеспечивать поддержание и контроль оптимальных температурных показателей компримированного охлажденного товарного газа при неблагоприятном влиянии на процесс охлаждения внешних температурных факторов.

Известен способ охлаждения газа на компрессорных станциях в районах многолетнемерзлых грунтов. В газотранспортной системе России на компрессорных станциях (далее - КС) головных технологических участков магистральных газопроводов, по которым перекачивается газ Уренгойского и Ямбургского месторождений, в настоящее время используются двухступенчатые системы охлаждения. В этих системах в качестве второй ступени используются детандерные агрегаты и пароконденсационные холодильные машины. В частности, на головной КС «Ямбургская» охлаждение природного газа во второй ступени системы охлаждения осуществляется с помощью пароконденсационных холодильных машин, в которых в качестве рабочего тела-хладагента используется пропан-бутановая смесь [Д.Ш. Альмухаметов. Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. №8(24) 2018 Alley-science.ru].

Недостатком известного способа является то, что в качестве рабочего тела-хладагента используют пропан-бутановую смесь, тем самым снижается промышленная безопасность. Для реализации указанного выше способа необходимо использование в значительных количествах электроэнергии не всегда имеющейся в условиях Крайнего

Севера.

Известен способ подготовки магистрального газа на компрессорной станции, который включает охлаждение газа без конденсации углеводородов, отвод сконденсировавшейся влаги и нагрев газа сжатым газом замкнутого циркуляционного контура, газ охлаждают 5 посредством расширения до давления ниже давления газа в магистральном трубопроводе, после нагрева газ сжимают до давления в магистральном трубопроводе и затем охлаждают расширенным газом замкнутого циркуляционного контура [RU 2176053 C1, F25B 11/00 (2000.01), F25B 11/02 (2000.01) опубл. 20.11.2001]. Предлагаемый способ подготовки магистрального газа на компрессорной станции позволяет повысить 10 холодопроизводительность в замкнутом цикле циркуляции газа, интенсифицировать процесс осуществления фазового перехода воды при осушке магистрального газа и, тем самым, снизить расход электроэнергии на сжатие магистрального газа и выработку холода в замкнутом цикле циркуляции газа. Данный способ позволяет повысить экономичность подготовки магистрального газа на компрессорной станции.

Недостатком известного способа является то, что невозможно использовать 15 указанный способ на уже эксплуатируемых производственных объектах, без замены или реконструкции дорогостоящего оборудования, машин. Необходимо внесение изменений в конструкцию эксплуатируемого на ДКС оборудования (ГПА), что влечет за собой изменение технологического процесса подготовки газа, рациональнее всего 20 применять известные технические решения на вновь строящихся объектах.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату с заявленным изобретением является способ охлаждения природного газа, согласно которого 25 транспортируемый газ после КС поступает сначала в рекуперативный теплообменник прямого потока (далее - РТ), где за счет теплообмена с газом обратного потока нагревается и подается в нагнетатель, в котором он нагревается при сжатии. Далее нагретый газ поступает в аппарат воздушного охлаждения, где охлаждается за счет теплообмена с атмосферным воздухом, и предварительно охлажденный в АВО газ 30 далее доохлаждается в РТ за счет теплообмена с газом прямого потока, после чего газ направляется в детандер (расширительную машину) или через дроссельное устройство, где он охлаждается, далее поступает в газопровод, по которому движется до следующей КС [Справочное пособие под ред. Н.И. Рябцева. Газовое оборудование, приборы и арматура. М.: Недра, 1985, с. 358-362].

Известный способ сложен в эксплуатации, недостаточно эффективен в зоне залегания вечной мерзлоты, требует значительных увеличений капитальных и эксплуатационных 35 затрат и не позволяет получить необходимую температуру природного газа на выходе из коллектора системы охлаждения.

Анализируя проведенный обзор указанных выше известных технических решений определено, что указанные выше способы охлаждения компримированного природного газа после ГПА не предполагают применение абсорбционных холодильных машин, 40 использующих в качестве энергоресурса не электроэнергию, а имеющийся в достаточном объеме на газовых промыслах топливный газ.

Технической проблемой, на решение которой направлен предлагаемый способ является разработка способа охлаждения компримированного газа с возможностью реализации как на эксплуатируемых, так и на проектируемых УКПГ и ДКС, без 45 изменения технологического процесса подготовки газа, использовать любой имеющийся в наличии выгодный теплоноситель или источник тепловой энергии, который позволит работать абсорбционным холодильным машинам (далее - АБХМ) в заданном режиме, без необходимости в увеличении мощности электростанций собственных нужд для

генерации недостающей электроэнергии или необходимости прокладки дополнительных линий электропередач с отдаленных районов.

Техническим результатом, на достижение которого направлено предлагаемое изобретение является повышение эффективности эксплуатации действующего производственного объекта, расположенного в зоне залегания вечной мерзлоты.

Указанный технический результат достигается способом охлаждения компримированного газа, который включает охлаждение его атмосферным воздухом в аппаратах воздушного охлаждения, охлаждение в рекуперативном теплообменнике и глубокое охлаждение в холодильных аппаратах, согласно настоящему изобретению, при недостижении регламентной температуры охлаждения компримированного газа осуществляют автоматическое переключение потока компримированного газа в байпасный трубопровод подачи компримированного газа на охлаждение на рекуперативный теплообменник «газ-жидкость» с запуском абсорбционной холодильной машины в работу, при этом в абсорбционной холодильной машине в качестве промежуточного хладагента используют подготовленную в сухой градирне воду, при достижении в теплообменнике «газ-жидкость» регламентной температуры охлаждения компримированного газа автоматически осуществляют перевод подачи компримированного газа в основной межцеховой трубопровод, при этом абсорбционную холодильную машину останавливают.

Таким образом, за счет введения дополнительного охлаждения газа в теплообменных аппаратах с помощью абсорбционной холодильной машины, обеспечивается эффективность в условиях уже эксплуатируемой компрессорной станции УКПГ с ограничением по электрическим мощностям, кроме того обеспечивается поддержание необходимой заданной температуры компримированного газа вне зависимости от внешних температурных факторов на уже эксплуатируемых производственных объектах без замены или реконструкции дорогостоящего оборудования, машин и без изменения технологического процесса работы производственного объекта.

Сущность заявляемого способа поясняется технологической схемой охлаждения компримированного газа.

На рисунке технологическая схема показана единым узлом, в который входят все аппараты, необходимые для осуществления заявляемого способа охлаждения.

Технологическая схема охлаждения компримированного газа включает следующие аппараты и узлы: сухую градирню 1 для охлаждения с помощью воздуха подготовленной воды, которая из градирни 1 перекачивается циркуляционным насосом 2 контура конденсатора 3 в АБХМ 4 которая включает в себя охлаждающий конденсатор 5, испаритель 6, в котором охлаждается подготовленная вода как промежуточный хладоноситель, поскольку ограничения по уровню давления в испарителях серийных АБХМ не позволяют охлаждать компримированный газ непосредственно в испарителях АБХМ. Охлажденная в испарителе подготовленная вода подается по трубопроводу 7 в теплообменник «газ-жидкость» 8 для охлаждения компримированного газа.

Циркуляцию подготовленной воды осуществляет насос 9, установленный в трубопроводе 10 контура испарителя. В составе системы имеется генератор АБХМ 11, в который по трубопроводу 12 подается теплоноситель или товарный топливный газ для испарения одного из двух компонентов хладагента. Трехходовой автоматический кран 13 смонтирован между основным межцеховым трубопроводом компримированного газа 14 и байпасным трубопроводом 15 подачи компримированного газа на охлаждение. Охлажденный газ из теплообменника 8 отводится в трубопровод 14 по трубопроводу 16. На схеме место врезки технологической схемы в межцеховой трубопровод



компримированного газа обозначено позицией - X.

Способ на примере технологической схемы осуществляют следующим образом.

При недостаточном охлаждении компримированного газа в АВО и РТ и превышении регламентной температуры, трехходовой автоматический кран 13 переключается и переводит поток (или часть потока) компримированного газа с основного межцехового трубопровода 14 в байпасный трубопровод 15, на рекуперативный теплообменник «газ-жидкость» 8. АБХМ 4 запускается в работу с подачей теплоносителя или источника тепловой энергии запуском генератора 11. В генераторе 11 один из компонентов двухкомпонентного раствора хладагента испаряется, конденсируется конденсаторе АБХМ 5 подается в испаритель 6, где охлаждает подготовленную воду. Конденсацию газообразного компонента хладагента обеспечивают подачей циркуляционным насосом 2 подготовленной воды, охлажденной в сухой градирне 1. Охлаждение компримированного газа происходит в теплообменниках «газ-жидкость» 8 за счет охлаждающей подготовленной воды промежуточного хладоносителя, циркуляцию которой обеспечивают насосом 9, а охлаждение в испарителе 6 АБХМ. Охлажденный до необходимой температуры компримированный газ из теплообменника 8 по трубопроводу 16 подается в основной межцеховой трубопровод компримированного газа 13. При достижении условий, достаточных для охлаждения до принятого норматива компримированного газа в АВО и РТ трехходовой кран 13 переводит подачу компримированного газа в основной межцеховой трубопровод компримированного газа 14, а АБХМ 4 останавливается.

Предлагаемый способ обеспечивает комплексное трехступенчатое охлаждение газа с возможностью задействовать дополнительные мощности. На ряду с АВО и РТ «газ-газ» с хладагентом «сырой газ», задействованный круглогодично, при необходимости, подключается третья ступень теплообменных аппаратов (РТ «газ-жидкость») с хладагентом - «подготовленная вода», которая подается насосами из АБХМ. Дополнительная система охлаждения на основе АБХМ может работать, как постоянно, так и периодически (при необходимости) подключаться к основному оборудованию (АВО, РТ), задействованному в технологическом процессе охлаждения компримированного газа. При недостаточности охлаждения компримированного газа в АВО и РТ «газ-газ», поток (или часть потока) компримированного газа автоматически поступает на РТ «газ-жидкость» дополнительной системы охлаждения с запуском АБХМ в работу. При достижении условий, достаточных для охлаждения до принятого норматива компримированного газа в АВО и РТ «газ-газ», подача компримированного газа автоматически переводится в основной межцеховой трубопровод минуя дополнительные РТ «газ-жидкость», а АБХМ останавливается.

Использование невзрывоопасной среды, а именно подготовленную воду в качестве промежуточного хладагента, обеспечивает промышленную безопасность. Применение третьей ступени охлаждения газа с РТ «газ-жидкость» - надежность и экономию в отличие от известных технических решений.

Совместная работа системы охлаждения на основе АБХМ и АВО с РТ надежно обеспечивает поддержание температуры компримированного газа независимо от внешних температурных факторов и степени сжатия газоперекачивающих агрегатов на дожимных компрессорных станциях.

Как показали расчеты и моделирование, иные типы холодильных машин не обеспечивают необходимых параметров охлаждения газа в условиях ограничения запасов электроэнергии или потребуют значительных изменений в действующих технологических схемах подготовки и компримирования товарного газа.

Использование предлагаемого способа возможно на уже эксплуатируемых объектах добычи и подготовки газа без внесения изменений в конструктив оборудования и в технологический процесс компримирования, охлаждения и подготовки газа.

Использование предлагаемого способа возможно на объектах добычи, компримирования и подготовки газа, имеющих ограничения по объемам потребления электроэнергии.

Предлагаемый способ обеспечивает эффективную работу действующих производственных объектов, расположенных в зоне залегания вечной мерзлоты. Внедрение предлагаемого способа обеспечит поддержание необходимой заданной температуры компримированного газа вне зависимости от внешних температурных факторов на уже эксплуатируемых производственных объектах, без замены или реконструкции дорогостоящего оборудования и машин и без изменения технологического процесса работы производственного объекта.

(57) Формула изобретения

Способ охлаждения компримированного газа, характеризующийся тем, что включает охлаждение его атмосферным воздухом в аппаратах воздушного охлаждения, охлаждение в рекуперативном теплообменнике и глубокое охлаждение в холодильных аппаратах, отличающийся тем, что при недостижении регламентной температуры охлаждения компримированного газа осуществляют автоматическое переключение потока компримированного газа в байпасный трубопровод подачи компримированного газа на охлаждение в рекуперативный теплообменник «газ-жидкость» с запуском абсорбционной холодильной машины в работу, при этом в абсорбционной холодильной машине в качестве промежуточного хладагента используют подготовленную в сухой градирне воду, при достижении в теплообменнике «газ-жидкость» регламентной температуры охлаждения компримированного газа автоматически осуществляют перевод подачи компримированного газа в основной межцеховой трубопровод, при этом абсорбционную машину останавливают.

30

35

40

45



1

