

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU<sup>(11)</sup>

125191<sup>(13)</sup> U1

(51) МПК  
**C10L3/10** (2006.01)  
**F17D1/02** (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ПАТЕНТ НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ**

Статус: по данным на 27.02.2015 - действует  
Пошлина: учтена за 3 год с 02.10.2014 по 01.10.2015

(21), (22) Заявка: **2012141527/04**, **01.10.2012**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**01.10.2012**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **01.10.2012**

(45) Опубликовано: [27.02.2013](#)

Адрес для переписки:

**630090, г.Новосибирск, пр. Академика  
Лаврентьева, 5, директору ООО "Уникат" П.В.  
Снытникову**

(72) Автор(ы):

**Снытников Павел Валерьевич (RU),  
Кириллов Валерий Александрович (RU),  
Собянин Владимир Александрович (RU),  
Зырянова Мария Михайловна (RU),  
Беляев Владимир Дмитриевич (RU),  
Кузин Николай Алексеевич (RU),  
Киреев Виктор Викторович (RU),  
Амосов Юрий Иванович (RU),  
Шигаров Алексей Борисович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной  
ответственностью "Уникат" (RU)**

(54) **УСТРОЙСТВО ПЕРЕРАБОТКИ ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ**

(57) Реферат:

Полезная модель относится к нефтяной и газовой промышленности, в частности к системам утилизации и использования попутных нефтяных и сырых природных газов в энергетике. Устройство переработки попутных нефтяных или сырых природных газов каталитической конверсией для дальнейшего использования, например, в коммунально-бытовом хозяйстве или для транспорта по магистральным газопроводам, состоит из системы запуска, системы подачи и дозирования реагентов, конвертора, теплообменников, системы управления, в конверторе установлено два слоя катализаторов, позволяющих конвертировать в метан углеродсодержащие соединения, присутствующие в попутных нефтяных и сырых природных газах. Технический результат - возможность эффективной утилизации и полезного использования попутных нефтяных или сырых природных газов в коммунально-бытовом хозяйстве, в том числе посредством транспорта по магистральным газопроводам к конечному потребителю.

1 н.п., 7 з.п. ф-лы, 1 илл.

Полезная модель относится к нефтяной и газовой промышленности, в частности к системам утилизации и использования попутных нефтяных и сырых природных газов в энергетике, преимущественно, для коммунально-бытовых нужд.

При добыче нефти в процессе сепарации выделяется большой объем растворенных в ней попутных нефтяных газов (ПНГ). Они представляют собой смесь газообразных углеводородов различной молекулярной массы, в основном подразделяемую на метан и широкую фракцию легких углеводородов (ШФЛУ). Эти попутные газы, обладая высоким энергосодержанием, являются ценным энергетическим сырьем (Важенина Л.В. Попутный нефтяной газ: опыт и перспективы переработки // *Налоги. Инвестиции. Капитал.* 2010. № 1-3. С.75.).

Одним из возможных подходов по применению ПНГ, известных в настоящее время, является закачка обратно в нефтеносный пласт для поддержания необходимого давления, что является оправданным при падающей добыче нефти. Однако данный способ абсолютно не решает проблему полезного использования ПНГ (Tonje Hulbak Røland, Associated Petroleum Gas in Russia: Reasons for non-utilization, Fridtjof Nansen Institute Report 13/2010. 53 p.).

Другой способ - фракционирование (например, путем разделения при низких температурах, компремирования при высоких давлениях, разделения на мембранных фильтрах или путем проведения адсорбционных процессов) на метан, пригодный для выработки электрической и тепловой энергии, и ШФЛУ, используемую в качестве сырья для химической промышленности (Tonje Hulbak Røland, Associated Petroleum Gas in Russia: Reasons for non-utilization, Fridtjof Nansen Institute Report 13/2010. 53 p., 3; *Технология переработки природного газа и конденсата / Справочник. Ч.1.* - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. - 517 с.]. Существует также группа химических методов переработки газообразных углеводородов в различные жидкие продукты, так называемые процессы «газ в жидкость» [Розовский А.Я. Диметиловый эфир и бензин из природного газа // *Рос. Хим. Ж. (Ж. Рос. Хим. Об-ва им. Д.И.Менделеева).* 2003.

Т. XLVII, № 6. С.53-61; Tonkovich A.Y., Perry S., Wang Y., Qiu D., LaPlante T., Rogers W.A. Microchannel process technology for compact methane steam reforming. // *Chemical Engineering Science.* 2004. V.59. P.4819-4824.; Cavalcanti F.A.P., Stakheev A.Yu., Sachtler W.M.H. Direct Synthesis of Methanol, Dimethyl Ether, and Paraffins from Syngas over Pd/Zeolite Y Catalysts // *J.Catal.* - 1992. V.134. P226-241; Luzgin M.V., Rogov V.A., Arzumanov S.S., Toktarev A.V., Stepanov A.G., Parmon V.N. Methane aromatization on Zn-modified zeolite in the presence of a co-reactant higher alkane: How does it occur? // *Catalysis Today.* 2009. V.144. P.265-272.). Их можно подразделить на процессы прямой конверсии (процессы ароматизации, а также прямое окисление метана в метанол или формальдегид) и многостадийные процессы, первой стадией которых, как правило, является получение синтез-газа (паровая или углекислотная конверсия, парциальное окисление). Синтез-газ далее конвертируется либо в метанол или диметиловый эфир, либо в жидкие углеводороды по процессу Фишера-Тропша. Поскольку процессы фракционирования и химической переработки экономически оправданы только в условиях газоперерабатывающих заводов, нефтяные компании сталкиваются с необходимостью вкладывать значительные средства в создание газотранспортных и перерабатывающих мощностей. Строительство такой инфраструктуры экономически эффективно лишь на крупных промыслах и экономически необоснованно на средних и мелких месторождениях

Одним из перспективных подходов по использованию попутных нефтяных газов также является его передача близлежащим населенным пунктам, имеющим острую проблему энергоснабжения. Однако передача попутных нефтяных газов без предварительной подготовки по магистральному газопроводу до близлежащих населенных пунктов для удовлетворения коммунально-бытовых нужд также сопряжено с рядом трудностей, вызванных в первую очередь конденсацией ШФЛУ и закупоркой труб. Более того, попутные нефтяные и природные газы, подаваемые в магистральные газопроводы, должны соответствовать требованиям ОСТ 51.40-93 «Газы горючие природные, поставляемые и транспортируемые по магистральным газопроводам». В результате, промыслы нефте- и газодобычи не могут направлять добываемые ими попутные или сырые газы для нужд проживающего по соседству населения, потребности которого в энергоносителе удовлетворяются путем использования дорогого привозного топлива, завоз которого в отдаленные районы нефтедобычи часто производится только сезонно.

Для решения указанной проблемы проводят подготовку попутных нефтяных и сырых природных газов к транспорту по магистральным газопроводам. Применяемые методы в основном основаны на отделении метана от остальных компонентов, содержащихся в ПНГ. Общим недостатком всех известных способов подготовки ПНГ и сырых природных газов для транспортировки является необходимость в последующей утилизации компонентов ШФЛУ, которые без осуществления соответствующей переработки или транспортировки будут накапливаться на месторождении. При этом у большинства существующих методов при всей их привлекательности существуют свои недостатки, не позволяющие применять их на практике.

Например, известен способ удаления высших углеводородов из природных попутных нефтяных газов (RU 2218979, B01D 53/22, B01D 71/70, 20.12.2003), который основан на подаче разделяемой смеси углеводородных газов с одной стороны селективно-проницаемой мембраны и отбор проникших через нее более тяжелых компонентов смеси с другой. Недостатком указанного способа недостаточная степень разделения компонентов.

Известны установка и способ переработки попутного нефтяного газа путем низкотемпературной конденсации (RU 2340841, F25J 3/02, B01D 5/00, 10.12.2008). Способ включает компримирование исходного нефтяного попутного газа, его охлаждение и сепарацию с получением сухого газа и газового конденсата. Недостатками указанного способа являются высокие капиталовложения и энергозатраты, обусловленные наличием большого количества компрессоров, сепараторов, необходимостью использования источника холода.

Также известен способ выделения углеводородов  $C_{3+}$  из попутных нефтяных газов (RU 2338734, C07C 7/11, 20.11.2008) путем противоточной абсорбции абсорбентом с последующей десорбцией абсорбированной фракции  $C_{3+}$  и возвратом регенерированного после десорбции абсорбента в абсорбер. Недостатком указанного способа является недостаточно глубокая для транспорта в газопроводе очистка газа от жидких фракций и необходимость осуществления периодической регенерации.

Известна установка для подготовки природного и попутного нефтяного газа к транспорту (RU 2336932, B01D 53/00, F17D 1/02, 27.10.2008), снабженная газосепаратором, дающим возможность выделить в виде газогидратов пропан и изобутан, в то время как метан и этан направляют на узел приема газа. Недостатком указанного способа является образование газогидратов соединений  $C_{3+}$ , также требующих последующей утилизации.

Известен способ (RU 2130961, C10G 35/04, 27.05.1999) переработки широкой фракции легких углеводородов и попутных нефтяных газов в высокоароматизированные жидкие углеводороды путем испарения и нагрева сырья в печи, контактирования его с цеолитсодержащим группы пентасила катализатором, находящимся в системе последовательно соединенных ступеней катализаторов-реакторов с межступенчатым подогревом сырья, разделения риформата на целевые продукты и регенерации катализатора путем выжигания кокса. Недостатком способа являются высокие капиталозатраты процесса и низкий спрос на получаемые высокоароматизированные жидкие углеводороды.

Известен способ подготовки попутных нефтяных и сырых природных газов для использования в поршневых двигателях внутреннего сгорания (RU 2385897, C10L 3/10, F02M 31/00, 10.04.2010), который состоит в том, что подготавливаемый газ в смеси с кислородсодержащим газом, например с воздухом, подвергают термообработке при температуре 450-1100°C в течение 0,01-50 с при содержании свободного кислорода в смеси 0,5-5%. Термообработка может быть проведена также и в присутствии катализаторов окислительной конденсации метана, паровой, углекислотной конверсии метана, окислительного дегидрирования низших алканов или их комбинации. В качестве промоторов реакции могут выступать оксиды азота, пероксид водорода, соединения галогенов, непредельные или кислородсодержащие углеводороды или снижающие вероятность сажеобразования (пары воды). В результате при указанных условиях практически не наблюдается конверсия более легких углеводородов  $C_1-C_4$ , в то время как конверсия углеводородов  $C_{5+}$ , имеющих очень низкие метановые числа, превышает 95%. Основными продуктами превращения  $C_{5+}$  углеводородов при такой термообработке попутных нефтяных газов являются (в порядке убывания выхода) этилен, метан, этан и монооксид углерода. Недостатком указанного способа является отсутствие конверсии  $C_2-C_4$  компонент попутного нефтяного газа, что не позволяет применять его для транспорта получаемого газа по магистральным газопроводам.

Предлагаемая полезная модель позволяет решать задачу эффективной переработки попутных нефтяных или сырых природных газов с целью последующего использования, например, для дальнейшей транспортировки по магистральным газопроводам.

Задача решается благодаря использованию устройства переработки попутных нефтяных или сырых природных газов каталитической конверсией в метан. Кроме метана, в качестве продуктов конверсии может, например, образовываться в незначительном количестве водород и углекислый газ. Изменяя параметры проведения каталитической конверсии и проводя поглощение углекислого газа, например, абсорбционным способом, можно проводить целенаправленное регулирование количества водорода и углекислого газа в смеси в соответствии с ОСТ 51.40-93 «Газы горючие природные, поставляемые и транспортируемые по магистральным газопроводам».

Предлагаемое устройство переработки попутных нефтяных или сырых природных газов каталитической конверсией состоит из системы запуска, системы подачи и дозирования реагентов, конвертора, теплообменников, системы управления. В конверторе установлено два слоя катализатора. Катализатор, используемый для первого слоя, в своем составе содержит в качестве активного компонента не более 20 масс.% никеля в различной комбинации с оксидами алюминия, кремния, переходных, редкоземельных элементов 4-6 периодов, щелочных или щелочноземельных металлов I или II группы периодической системы. Катализатор, используемый для второго слоя, содержит в своем составе в качестве активного компонента более 20 масс.% никеля и более 5% оксида трехвалентного хрома, в различной комбинации с оксидами алюминия, кремния, переходных, редкоземельных элементов 4-6 периодов, щелочных или щелочноземельных металлов I или II группы периодической системы. Катализатор первого слоя в ходе протекания реакции нагревают выше температуры 450°C, что позволяет при малых объемах используемого катализатора с высокой производительностью проводить конверсию углеводородов в смесь метана, оксидов углерода (углекислого газа и монооксида углерода) и водорода, в то время как катализатор

второго слоя нагревают до температуры не выше 350°C, что позволяет при малых объемах используемого катализатора получать дополнительное количество метана из оксидов углерода и водорода. В целом это позволяет с высокой производительностью конвертировать в метан углеродсодержащие соединения, присутствующие в попутных нефтяных и сырых природных газах. Одно из основных назначений устройства заключается в переработке попутных нефтяных или сырых природных газов для использования в коммунально-бытовом хозяйстве, в том числе для транспорта по магистральным газопроводам.

Расположенные в конверторе катализаторы, могут представлять собой армированный пористый материал, выполненный в виде плоских и гофрированных газопроницаемых армированных лент, комбинации которых образуют газопроницаемые каталитически активные каналы различной формы и геометрии.

Катализаторы могут иметь форму блоков на металлическом, керамическом или металлокерамическом носителе. Металлический, керамический или металлокерамический носитель для катализатора может представлять собой пряموканальный блок, в том числе микроканальный, блочный материал со сложной конфигурацией каналов и пеноматериал.

Катализаторы могут иметь вид гранул различной формы и геометрии.

В системе запуска предлагаемого устройства можно использовать нагреватель, например, электрический или пламенный нагреватель, работающий на воздухе и топливе, в том числе и на попутном нефтяном или сыром природном газе, или нагреватель-теплообменник, в который подается теплоноситель или любой их комбинации.

Система запуска, система подачи и дозирования реагентов, конвертор, теплообменники, система управления представляют собой отдельные конструкции или могут быть интегрированы друг с другом.

Нагрев или испарение реагентов, подаваемых в устройство, а также управление температурой конвертора производят при помощи электрического нагревателя или пламенного нагревателя, или за счет рекуперации тепла газов, выходящих из конвертора или путем контакта с теплоносителем, или любой их комбинацией.

Конструкция системы подачи и дозирования реагентов в устройстве, позволяет, при необходимости, проводить предварительный нагрев или испарение реагентов перед подачей в систему запуска и/или конвертор.

Конструкция устройства, в том числе материалы, из которых выполнено устройство, позволяет проводить конверсию в присутствии кислородсодержащих соединений, например, паров воды и/или углекислого газа, и/или кислорода и/или воздуха.

Система подачи и дозирования реагентов в устройстве позволяет подавать кислородсодержащие соединения, например, пары воды или углекислый газ, или кислород, или воздух или любую их смесь в различном количестве на любой из слоев катализатора в конверторе.

Для получения максимального выхода метана при минимальном объеме устройства для любого слоя катализатора в конверторе может быть установлено определенное пространственное распределение температурного профиля, например, любой слой катализатора может находиться как в изотермических условиях, так и в условиях градиента температуры по слою.

Конструкция устройства позволяет проводить конверсию попутных нефтяных или сырых природных газов при давлении выше атмосферного.

Запуск устройства производят при помощи нагревателя, например, электрического или пламенного нагревателя, работающего на воздухе и топливе, в том числе и на попутном нефтяном или сыром природном газе, или нагревателя-теплообменника в который подается теплоноситель, или любой их комбинации.

Перед подачей в систему запуска и/или конвертор при необходимости проводят предварительный нагрев или испарение реагентов. Нагрев или испарение реагентов, а также управление температурой конвертора может быть осуществлено при помощи электрического нагревателя или пламенного нагревателя, или за счет рекуперации тепла газов, выходящих из конвертора, или путем контакта с теплоносителем, или любой их комбинации.

Каталитически конвертированные попутные нефтяные или сырые природные газы могут быть использованы, например, в коммунально-бытовом хозяйстве, в том числе транспортированы по магистральным газопроводам.

Отличительным признаком является применение в устройстве двух слоев катализатора, при этом используемый

для первого слоя катализатор, содержащий в своем составе в качестве активного компонента не более 20 масс. % никеля в различной комбинации с оксидами алюминия, кремния, переходных, редкоземельных элементов 4-6 периодов, щелочных или щелочноземельных металлов I или II группы периодической системы, позволяет при температуре выше 450°C конвертировать углеродсодержащие соединения, присутствующие в попутных нефтяных или сырых природных газах, в смесь метана, оксидов углерода и водорода, а используемый для второго слоя катализатор, содержащий в своем составе в качестве активного компонента более 20 масс.% никеля и более 5% оксида трехвалентного хрома, в различной комбинации с оксидами алюминия, кремния, переходных, редкоземельных элементов 4-6 периодов, щелочных или щелочноземельных металлов I или II группы периодической системы, позволяет при температуре не выше 350°C получать дополнительное количество метана из оксидов углерода и водорода. Устройство переработки попутных нефтяных или сырых природных газов каталитической конверсией кроме конвертора 8 содержит систему запуска 5, систему подачи и дозирования реагентов 2, теплообменники 4, систему управления 9 (Фиг.).

Конструктивно, система запуска 5, система подачи и дозирования реагентов 2, конвертор 8, теплообменники 4 и система управления 9 могут представлять собой как отдельные части устройства, так и быть интегрированы друг с другом.

В качестве конвертора используется каталитический реактор, содержащий два слоя катализаторов 7, обеспечивающих конверсию попутных нефтяных или сырых природных газов до метана. Катализаторы в каталитическом реакторе могут помещаться в виде гранул различной формы и размера, блоков и пеноматериала с системой газопроницаемых каналов. Для улучшения теплопроводности катализаторы могут дополнительно наноситься на металлический, керамический или металлокерамический носитель. Этот носитель может быть сформирован в структуру, содержащую систему каналов (в том числе и микроканалов) различной геометрии и конфигурации, обеспечивающих газопроницаемость через каталитический блок.

В системе запуска 5 используют электрический нагреватель 6. При запуске разогрев конвертора может осуществляться путем пропускания электрического тока непосредственно через электропроводящие элементы катализатора. В системе запуска может быть использован пламенный нагреватель, работающий на воздухе и топливе, в том числе и на попутном нефтяном или сыром природном газе, кроме этого может применяться нагреватель-теплообменник, в который подается теплоноситель с требуемой температурой.

Нагрев или испарение реагентов, а также управление температурой конвертора производят при помощи электрического нагревателя 3 и 6. Также это может быть осуществлено с применением, например, пламенного нагревателя, за счет рекуперации тепла газов, выходящих из конвертора, контактом с теплоносителем, или их совместной комбинацией.

В качестве примера, на Фиг. схематично изображено предлагаемое устройство каталитической конверсии попутных нефтяных или сырых природных газов для использования в энергоустановках в сопряжении с основными системами, обеспечивающими его функционирование.

Один из вариантов способа работы устройства заключается в следующем.

Для запуска устройства каталитической конверсии попутных нефтяных или сырых природных газов, попутный нефтяной газ ПНГ, и кислородсодержащие соединения 1, (например, воздух), при помощи системы подачи и дозирования 2, включающей соответствующие устройства, через электрический нагреватель 3 и теплообменник 4 подают в систему запуска 5, сочетающей в себе функции теплообменника. Для первоначального разогрева до нужной температуры конвертора 8, содержащего слои катализаторов 7, производят, например, пламенное сжигание подаваемого ПНГ. При этом, образующиеся в результате полного окисления горячие продукты реакции (углекислый газ и пары воды), проходя через теплообменник 4, могут также проводить предварительный подогрев или испарение реагентов (ПНГ и кислородсодержащих соединений). Предварительный нагрев ПНГ и кислородсодержащих соединений может проводиться не электрическим, а пламенным нагревателем 3, когда, например, часть подаваемого ПНГ сжигают, нагревая тем самым основное количество реагентов, подаваемых в систему запуска. Предварительный нагрев ПНГ и кислородсодержащих соединений, а также разогрев конвертора 8, содержащего слои катализаторов 7, может быть произведено и при помощи электрического нагревателя 6, а также любым горячим теплоносителем ГТ.

После достижения первым слоем катализатора 7 температуры, при которой возможно протекание каталитической конверсии ПНГ, например, 460°C, систему запуска 5 и конвертор 8 переводят в режим конверсии ПНГ. Для этого при помощи системы подачи и дозирования 2 ПНГ и кислородсодержащие соединения (например, пары воды) 1, предварительно нагретые в теплообменнике 4, подают в конвертор 8, где при контакте с первым слоем катализатора происходит каталитическая конверсия. Если теплообменник 4 обеспечивает достаточный предварительный нагрев ПНГ и кислородсодержащих соединений, то электрический нагреватель 3 может быть не

задействован. Для оптимизации условий протекания каталитической реакции (например, поддержания заданной температуры, полноты конверсии углеродсодержащих соединений), на второй слой катализатора, подают дополнительное количество кислородсодержащих соединений. При этом температура слоев катализаторов регулируется таким образом, что первый слой катализатора находится при температуре выше 450°C, а для второго слоя катализатора устанавливают градиент температуры с 350°C на входе до 250°C на выходе. Далее конвертированный попутный нефтяной газ КПНГ, состоящий преимущественно из метана пройдя через теплообменник 4, может быть использован по назначению (в коммунально-бытовом хозяйстве, подвергнуться транспорту по магистральному газопроводу). При необходимости, из КПНГ можно удалить избыток неконвертированных кислородсодержащих соединений. Для поддержания оптимального температурного профиля в конвертере определенную часть КПНГ до прохождения и определенную часть КПНГ после прохождения через теплообменник 4 при помощи системы подачи и дозирования 2 пропускают через систему запуска 5, выступающей в данном случае уже в роли теплообменника. Далее КПНГ могут быть также использованы по назначению (в коммунально-бытовом хозяйстве, подвергнуться транспорту по магистральному газопроводу). Для регулирования температуры в конвертере может быть задействован электрический нагреватель 6.

Для осуществления предварительного нагрева ПНГ и кислородсодержащих соединений, для регулирования температуры в конвертере 8, может быть также использован теплоноситель ГТ, для чего его заданное количество пропускают через теплообменник 4 и систему запуска 5, соответственно.

В случае проведения процесса при давлении выше атмосферного, устройство может быть выполнено в более компактном исполнении и увеличена его удельная производительность по конвертированию ПНГ.

Управление запуском и работой устройства, а также всеми сопутствующими системами производят при помощи микропроцессорной системы (системы управления) 9. Такая микропроцессорная система может работать как автономно, так и совместно с другими сопутствующими электронными системами.

Рассмотренный пример не показывает и не ограничивает всех возможных вариантов реализации конструкции устройства переработки каталитической конверсией попутных нефтяных или сырых природных газов в метан.

Предложенное устройство позволяет эффективно проводить конвертирование попутных нефтяных или сырых природных газов в метан, удаляя тем самым отличные от метана углеродсодержащие компоненты, имеющие высокую температуру кипения.

Главное достоинство устройства заключается в возможности использования энергии, заключенной в попутном нефтяном газе, для коммунально-бытовых нужд, что позволяет без создания дополнительной дорогостоящей инфраструктуры вовлечь в полезную переработку попутные газы, бесполезно сжигаемые до настоящего времени на большинстве нефтяных месторождений.

### Формула полезной модели

1. Устройство переработки попутных нефтяных или сырых природных газов каталитической конверсией, состоящее из системы запуска, системы подачи и дозирования реагентов, конвертора, теплообменников, системы управления, отличающееся тем, что в конвертере установлены два слоя катализатора, при этом используемый для первого слоя катализатор, содержащий в своем составе в качестве активного компонента не более 20 мас.% никеля в различной комбинации с оксидами алюминия, кремния, переходных, редкоземельных элементов 4-6 периодов, щелочных или щелочноземельных металлов I или II группы Периодической системы, позволяет при температуре выше 450°C конвертировать углеродсодержащие соединения, присутствующие в попутных нефтяных или сырых природных газах, в смесь метана, оксидов углерода и водорода, а используемый для второго слоя катализатор, содержащий в своем составе в качестве активного компонента более 20 мас.% никеля и более 5% оксида трехвалентного хрома в различной комбинации с оксидами алюминия, кремния, переходных, редкоземельных элементов 4-6 периодов, щелочных или щелочноземельных металлов I или II группы Периодической системы, позволяет при температуре не выше 350°C получать дополнительное количество метана из оксидов углерода и водорода, что в целом позволяет конвертировать в метан углеродсодержащие соединения, присутствующие в попутных нефтяных или сырых природных газах.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что расположенные в конвертере на первом и/или

на втором слое катализаторы представляют собой армированный пористый материал, выполненный в виде плоских и гофрированных газопроницаемых армированных лент, комбинации которых образуют газопроницаемые каталитически активные каналы различных формы и геометрии.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в конвертере на первом и/или на втором слое расположены блочные катализаторы на металлическом, керамическом или металлокерамическом носителе.

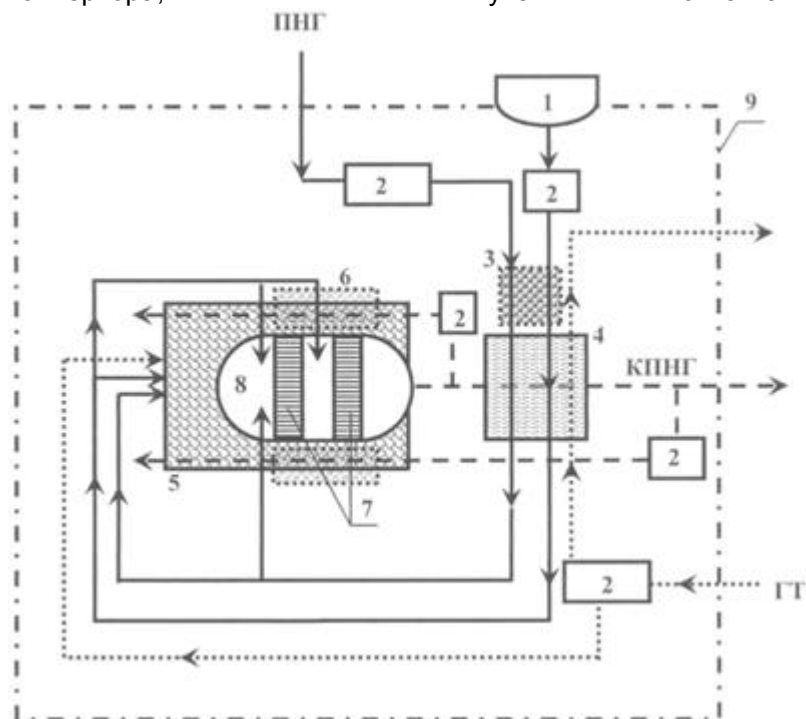
4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в конвертере на первом и/или на втором слое металлический, керамический или металлокерамический носитель для катализатора представляет собой прямоканальный блок, в том числе микроканальный, блочный материал со сложной конфигурацией каналов и пеноматериал.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в конвертере на первом и/или на втором слое расположен катализатор в виде гранул различных формы и геометрии.

6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что в системе запуска используют нагреватель, например электрический и/или пламенный нагреватель, работающий на воздухе и топливе, в том числе и на попутном нефтяном или сыром природном газе, и/или нагреватель-теплообменник, в который подается теплоноситель.

7. Устройство по п.1, отличающееся тем, что система запуска, система подачи и дозирования реагентов, конвертор, теплообменники, система управления представляют собой отдельные конструкции или могут быть интегрированы друг с другом.

8. Устройство по п.1, отличающееся тем, что нагрев или испарение реагентов, а также управление температурой конвертора производят при помощи электрического нагревателя и/или пламенного нагревателя и/или за счет рекуперации тепла газов, выходящих из конвертора, и/или путем контакта с теплоносителем.

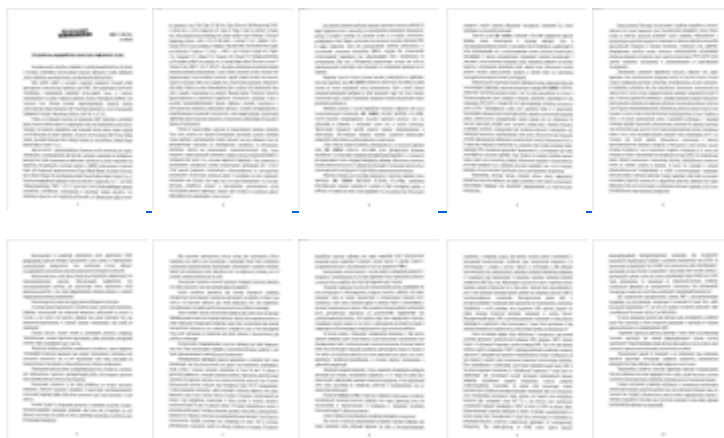


ФАКСИМИЛЬНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

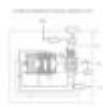
Реферат:



**Описание:**



**Рисунки:**



<div></div>