

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



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

125190<sup>(13)</sup> U1

(51) МПК  
**C10L3/10** (2006.01)  
**F02M27/02** (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: **2012141526/04**, **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 ПОДГОТОВКИ ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭНЕРГОУСТАНОВКАХ**

(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 подготовки каталитической конверсией попутных нефтяных или сырых природных газов для использования в энергоустановках состоит из системы запуска, системы подачи и дозирования реагентов, конвертора, теплообменников, системы управления, в конверторе установлено два слоя катализаторов, позволяющих конвертировать в метан соединения, присутствующие в попутных нефтяных и сырых природных газах, имеющие низкую детонационную стойкость и повышающие вероятность смоло- и сажеобразования. Технический результат - возможность эффективной утилизации и полезного использования попутных нефтяных или сырых природных газов в энергоустановках.

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

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.

T. 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.

Использование попутных нефтяных газов для выработки электрической и тепловой энергии с помощью, например, газопоршневых электростанций - возможно наиболее эффективный и технологичный способ его утилизации. Однако, данный способ напрямую применим только на месторождениях со стабильно высоким (75% и выше) содержанием метана и низким содержанием ШФЛУ. Многие известные месторождения содержат значительно меньшие количества метана при высоком содержании ШФЛУ, вызывающих детонацию и вывод из строя газопоршневых станций на основе двигателей внутреннего сгорания или превышение допустимого уровня содержания токсичных компонент в выхлопных газах газотурбинных установок. Отдельную проблему представляет непостоянство состава ПНГ, который может быть подвержен существенным колебаниям с течением времени, иногда даже в течение суток. В принципе, вышесказанное также относится и к сырым, то есть не прошедшим обработки, природным газам, в которых доля ШФЛУ также может быть достаточно высокой. В результате, промыслы нефте- и газодобычи не могут использовать добываемые ими попутные или сырые газы для собственных нужд и вынуждены, сжигая их в факелах, использовать дорогое привозное топливо. Общим недостатком всех известных способов подготовки ПНГ и сырых природных газов для использования в энергоустановках является то, что они снижают концентрацию соединений, склонных к детонации, разделяя тяжелые и легкие компоненты и отбрасывая хоть и непригодные для данного типа двигателей, но, тем не менее, ценные в энергетическом отношении составляющие. Вследствие этого снижается полное энергосодержание газового топлива.

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. Таким образом обеспечивается селективная конверсия соединений, имеющих низкую детонационную стойкость и повышающих вероятность смоло- и сажеобразования, и происходит увеличение метанового числа подаваемого в энергоустановку газа.

Не смотря на то, что в указанном способе удается конвертировать углеводороды  $C_{5+}$ , одним из недостатков является отсутствие конверсии  $C_2$ - $C_4$  компонент попутного нефтяного газа, имеющих невысокие метановые числа по сравнению с чистым метаном. Например, пропан и бутан имеют метановые числа 35 и 11, соответственно, и, находясь даже в малых количествах в смеси с метаном, значительно снижают ее метановое число. Например, для смеси 95% метана, 3% пропана и 2% бутана метановое число составляет всего 72, что, согласно определению, по силе детонации соответствует топливной смеси, состоящей из 72% метана и 28% водорода.

Кроме того известно, что большинство газопоршневых электростанций, комплектуемых приводными двигателями внутреннего сгорания (ДВС), по конструкционным материалам и условиям теплообмена рассчитаны для работы на топливном газе с низшей теплотой сгорания не более 34-36 МДж/м<sup>3</sup>. Этим значениям соответствует природный газ, состоящий в основном из метана, низшая теплота сгорания которого составляет 35,8 МДж/м<sup>3</sup>. Попутный нефтяной газ в зависимости от компонентного состава имеет низшую теплоту сгорания 42-60 МДж/м<sup>3</sup>. Например, такие  $C_2$ - $C_5$  компоненты как этан, этилен, ацетилен, пропан, бутан и пентан, имеют низшую теплоту сгорания 63,8; 59,1; 56,0; 91,3; 118,7; 145,12 МДж/м<sup>3</sup>, соответственно. Таким образом, проведение подготовки попутного нефтяного газа для использования в энергоустановках, сохраняющее наличие в нем даже в незначительном количестве  $C_2$ - $C_5$  компонент, будет приводить к значительным перегревам двигателя и падению его мощности вплоть до выхода из строя за счет прогорания клапанов и поршней, что влечет за собой дорогостоящий ремонт и увеличение эксплуатационных затрат.

Хорошо известно, что для экономии углеводородного топлива, снижения выбросов углекислого газа и улучшения экологических характеристик двигателя внутреннего сгорания, в особенности в режимах малых и средних нагрузок, необходимо использовать обедненную топливную смесь, т.е. при соотношении кислород/топливо ( $\alpha$ ) больше стехиометрического, причем, чем смесь будет более бедная, тем большая экономия топлива будет достигаться. Однако когда смесь становится беднее определенного уровня, обеспечить устойчивую работу двигателя становится невозможным, поскольку искра свечи зажигания перестает воспламенять такую смесь. Известно, что добавки водорода, водородсодержащих газовых смесей или синтез-газа (смеси водорода и монооксида углерода) к бедным топливным смесям, позволяют производить их воспламенение в ДВС при более высоких значениях  $\alpha$ , что приводит к снижению общего расхода топлива, а также уменьшает вредные выбросы CO и оксидов азота (US 6397790, F02B 43/08, 04.06.2002). Кроме этого, водород и монооксид углерода имеют низшую теплоту сгорания 10,8 и 12,6 МДж/м<sup>3</sup>, соответственно. Таким образом, их присутствие в топливной смеси, подаваемой в энергоустановку, не будет приводить к ее перегреву, способствуя сохранению заложенного производителем ресурса работы.

Предлагаемая полезная модель позволяет решать задачу эффективной подготовки попутных нефтяных или сырых природных газов для использования их в энергоустановках.

Задача решается благодаря использованию устройства подготовки попутных нефтяных или сырых природных газов посредством каталитической конверсии в метан. Кроме метана, в качестве продуктов конверсии могут образовываться в незначительном количестве такие газы, как водород и оксиды углерода, которые улучшают показатели экономичности работы энергоустановки и снижают вредные выбросы в атмосферу. Изменяя параметры проведения каталитической конверсии можно проводить целенаправленное регулирование количества водорода и оксидов углерода.

Предлагаемое устройство подготовки каталитической конверсией попутных нефтяных или сырых природных газов для использования в энергоустановках 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 оС, 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 350оС, 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 соединения, присутствующие в попутных нефтяных или сырых природных газах, имеющие низкую детонационную стойкость и повышающие вероятность смоло- и сажеобразования.

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 прямоканальный 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 изотермичных 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.

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

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

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 отходящих газов энергоустановки, или путем контакта с теплоносителем, или совместного их использования в любой комбинации.

Каталитически конвертированные попутные нефтяные или сырые природные газы могут быть использованы в различных типах энергоустановок, например, на основе двигателей внешнего и внутреннего сгорания, газовых турбинах и др.

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, в целом достигая конвертирования в метан соединений, присутствующих в попутных нефтяных или сырых природных газах, имеющих низкую детонационную стойкость и повышающих вероятность смоло- и сажеобразования.

Устройство подготовки каталитической конверсией попутных нефтяных или сырых природных газов для использования в энергоустановках 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, рекуперации тепла отходящих газов энергоустановки, 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 подготовки каталитической конверсией 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 два слоя 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. Разогрев конвертора 8, содержащего слои катализаторов 7, может быть произведено и при помощи электрического нагревателя 6, а также любым горячим теплоносителем.

После достижения первым слоем катализатора 7 температуры, при которой возможно протекание каталитической конверсии ПНГ, например, 470°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 соединений, имеющих низкую детонационную стойкость), 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 300°C на выходе. Далее конвертированный попутный нефтяной газ КПНГ, состоящий преимущественно из метана, пройдя через теплообменник 4, может быть подан в энергоустановку. При необходимости, перед подачей в энергоустановку из КПНГ можно удалить избыток неконвертированных кислородсодержащих соединений. Для поддержания оптимального температурного профиля в конверторе 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 поданы в энергоустановку. Для регулирования температуры в конверторе может быть также задействован электрический нагреватель 6. После запуска энергоустановки, на основе, например, газопоршневого двигателя внутреннего сгорания, использующей в качестве топлива КПНГ, отходящие газы энергоустановки ОГЭ могут быть также использованы для осуществления предварительного нагрева ПНГ и кислородсодержащих соединений, для регулирования температуры в конверторе 8, для чего заданное количество ОГЭ пропускают через теплообменник 4 и систему запуска 5, соответственно. Кроме этого, ОГЭ через систему подачи и дозирования 2 могут непосредственно подаваться в конвертор, выступая в качестве источника кислородсодержащих соединений, например, паров воды и углекислого газа, что способствует конверсии соединений, присутствующих в ПНГ, имеющих низкую детонационную стойкость.

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 электронной системой энергоустановки.

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

Предложенное устройство позволяет эффективно проводить конвертирование попутных нефтяных или сырых природных газов в метан, удаляя имеющие низкую детонационную стойкость и повышающие вероятность смоло- и сажеобразования компоненты.

Главное достоинство устройства заключается в возможности без каких-либо существенных изменений в конструкции стандартных серийно выпускаемых энергоустановок и 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 подготовки попутных нефтяных или сырых природных газов посредством каталитической конверсии для использования в энергоустановках, состоящее из системы запуска, системы подачи и дозирования реагентов, конвертора, теплообменников, системы управления, отличающееся тем, что в конверторе 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, имеющие низкую детонационную стойкость и повышающие вероятность смоло- и сажеобразования.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что расположенные в конверторе 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 конверторе 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 конверторе 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 конверторе 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 рекуперации тепла отходящих газов энергоустановки, и/или путем контакта

<div><img src="//mc.yandex.ru/watch/26211573" style="position:absolute; left:-9999px;"



alt="" /></div>