



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 189 476** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) МПК<sup>7</sup> **F 02 C 7/20**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000127979/06, 08.11.2000  
(24) Дата начала действия патента: 08.11.2000  
(46) Дата публикации: 20.09.2002  
(56) Ссылки: EP 0002936 A2, 11.07.1979. US 5052175 A, 01.10.1991. US 4193259 A, 18.03.1980. SU 466343 A, 26.06.1975. RU 2013573 C1, 30.05.1994.  
(98) Адрес для переписки:  
420036, г.Казань, ул. Дементьева, 1, ГП "Авиагаз-Союз"

(71) Заявитель:  
Государственное унитарное предприятие "Авиагаз-Союз" (дочернее предприятие КОКБ "Союз")  
(72) Изобретатель: Добрянский В.Л., Зарецкий Я.В., Кривошеев А.И., Серазитдинов Р.Ш., Серазетдинов Ф.Ш., Тимонин В.А.  
(73) Патентообладатель:  
Государственное унитарное предприятие "Авиагаз-Союз" (дочернее предприятие КОКБ "Союз")

(54) ПЕРЕДВИЖНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

(57)

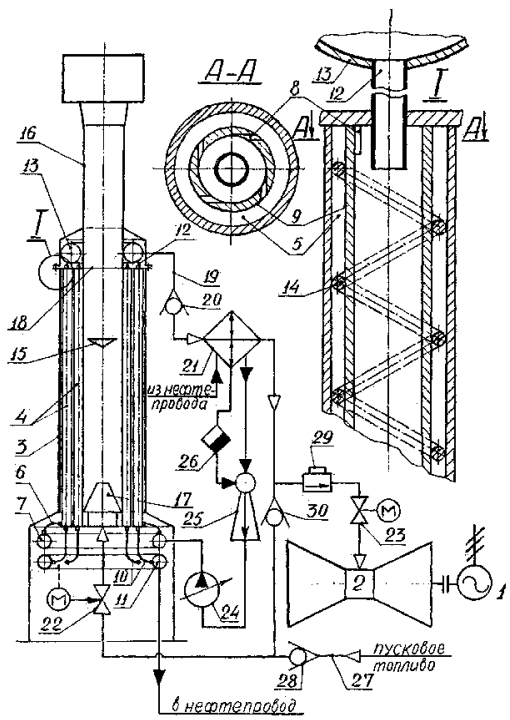
Передвижная электростанция относится к энергетическим установкам, реализующим энерго- и ресурсосберегающие, экологически чистые технологии и может быть использована там, где затруднена доставка и хранение дорогих специальных топлив, но имеется нефтепровод, возможность добычи или доставки сырой нефти. Установка предложенной электростанции на пунктах сбора и подготовки сырой нефти, где десятилетиями горят факелы, позволит навсегда погасить их. Электростанция содержит электрогенератор тепловой, преимущественно газотурбинный двигатель и устройство для предварительной обработки топлива, выполненный в виде технологического нагревателя сырой нефти, на выходе которого установлен сепаратор для отделения газа, в том числе и попутного газа, используемого в качестве топлива двигателя электростанции. Новым в электростанции является, то, что в нагревателе нефти источником греющей среды является горелочное устройство, в котором в качестве основного топлива использована часть уломянутого газа, отделенного в сепараторе нагревателя, а в качестве пускового топлива, например, паровая фаза сжиженного газа, взаимозаменяемая с основным топливом.

Нагреватель нефти и сепаратор выполнены в одном агрегате в виде вертикально установленного кожухотрубного теплообменника, экранированного штыковыми легко съемными трубами. Коллектор отвода топливного газа от нагревателя подключен к конденсатору, охлаждаемому сырой нефтью таким образом, что выход очищенного газа из конденсатора, с одной стороны, подключен через регулятор температуры нагретой дегазированной нефти к входу в горелочное устройство нагревателя, с другой стороны - к входу в топливный регулятор двигателя. При этом на выходе из конденсатора охлаждающей сырой нефти перед входом ее в нагреватель установлен нефтяной насос с регулируемой производительностью, на трубе всасывания которого установлена труба Вентури с горлом, сообщенным с выходом конденсатоотводчика, подключенного своим входом к нижней части конденсатора, причем труба подачи пускового топлива подключена через обратный клапан к регулятору температуры нагретой дегазированной нефти. Изобретение позволяет повысить надежность работы технологического нагревателя нефти и приводного двигателя, экономичность эксплуатации и улучшить экологические показатели окружающей среды. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 189 476 C2

RU 2 189 476 C2

RU 2189476 C2



RU 2189476 C2



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 189 476** <sup>(13)</sup> **C2**  
 (51) Int. Cl.<sup>7</sup> **F 02 C 7/20**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000127979/06, 08.11.2000  
 (24) Effective date for property rights: 08.11.2000  
 (46) Date of publication: 20.09.2002  
 (98) Mail address:  
 420036, g.Kazan', ul. Dement'eva, 1, GP  
 "Aviagaz-Sojuz"

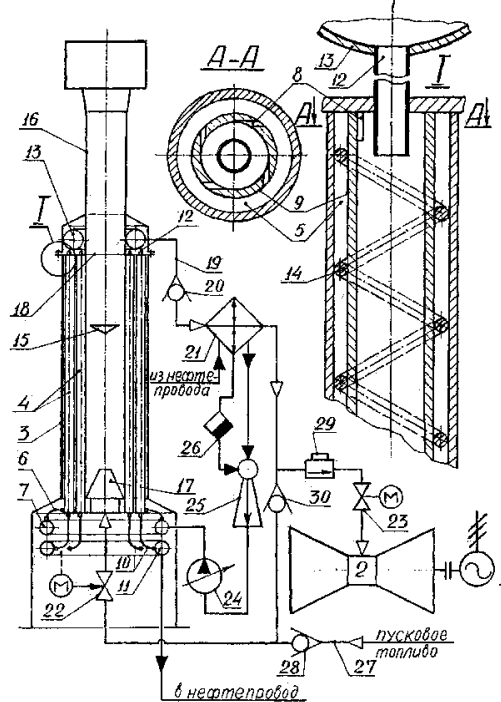
(71) Applicant:  
 Gosudarstvennoe unitarnoe predpriятие  
 "Aviagaz-Sojuz" (dochernee predpriятие KOKB  
 "Sojuz")  
 (72) Inventor: Dobrjanskij V.L.,  
 Zaretskij Ja.V., Krivosheev A.I., Serazitdinov  
 R.Sh., Serazetdinov F.Sh., Timonin V.A.  
 (73) Proprietor:  
 Gosudarstvennoe unitarnoe predpriятие  
 "Aviagaz-Sojuz" (dochernee predpriятие KOKB  
 "Sojuz")

(54) **MOBILE POWER PLANT**

(57) Abstract:

FIELD: power installations using environmentally oriented energy and resource conservation technologies. SUBSTANCE: proposed power plant that may be used at points whereto delivery of specific expensive fuels presents difficulties and where there is oil line and raw oil can be extracted or supplied to plant is designed for mounting at points of raw oil accumulation and treatment where oil flares occur for decades and enables their extinguishing for ever. Power plant has heat generator, primarily gas-turbine engine, and fuel pre-treatment device made in the form of raw oil process heater with separator installed at its outlet to separate gases, including casing-head gases, used as fuel for power-plant engine. Novelty is that (a) burner functions as source of heating medium in oil heater and used as its main fuel is some portion of mentioned gas separated in heater separator and steam phase interchangeable with main fuel may be employed, for example, as starting fuel; (b) oil heater and separator are built integral as single unit in the form of vertical shell-and-tube heat exchanger with easily removable waterwall bar tubes; (c) manifold discharging fuel gas from heater is connected to condenser cooled down with raw oil so that clean gas outlet communicates on one end with heater burner inlet through heated degassed oil temperature controller and on other end, with engine heat controller inlet. Adjustable-delivery oil pump is installed at raw cooling oil outlet of condenser, at its inlet to heater;

suction pipe of pump mounts Venturi tube whose neck is connected to steam trap communicating through its inlet with bottom part of condenser; starting-fuel delivery pipe is connected through check valve to heated degassed oil temperature controller. EFFECT: enhanced operating reliability of oil process heater and drive engine; enhanced economic efficiency; improved environmental friendliness. 3 cl, 2 dwg



RU 2 189 476 C2

RU 2 189 476 C2

Предлагаемое изобретение относится к энергетическим установкам, реализующим энерго- и ресурсосберегающие, экологически чистые технологии, и может быть использовано там, где затруднена доставка и хранение дорогих специальных топлив (например, легких сортов жидких топлив), но имеется нефтепровод, возможность добычи или доставки сырой нефти.

Известны передвижные электростанции, содержащие электрогенератор тепловой, преимущественно газотурбинный двигатель и устройство для предварительной обработки топлива. Однако эксплуатация их обходится дорого, ввиду высокой стоимости топлива. Известна, например, передвижная электростанция (см. SU 466343 А, МПК 6 F 02 С 3/28, 1975), содержащая электрогенератор тепловой, преимущественно газотурбинный двигатель, причем устройство для обработки топлива выполнено в виде нефтеперегонной установки. Недостатком указанной электростанции является низкая экономичность ее эксплуатации, так как за последние десятилетия стоимость сырой нефти возросла более чем в 30 раз.

С другой стороны, известен газотурбинный двигатель, устройство для обработки топлива которого выполнено в виде технологического нагревателя сырой нефти, на выходе которого установлен сепаратор для отделения газа, в том числе и попутного газа, используемого в качестве топлива двигателя (см. EP 002936 А2, МПК 6 F 02 С 3/20, 1979). Недостатком указанного устройства для обработки топлива является то, что он выполнен из двух отдельных агрегатов: собственно нагревателя нефти и сепаратора для отделения газа, что усложняет конструкцию устройства и снижает надежность его эксплуатации. Кроме того, отделенный в сепараторе попутный газ использован только в качестве топлива двигателя, что снижает экономичность устройства в целом. Немаловажно и то обстоятельство, что в упомянутых устройствах, не указано, какими средствами осуществляется запуск и вывод на стационарный режим работы электростанции. Неясно также, каким образом осуществляется регулирование режима работы электростанции, например при необходимости уменьшения ее выходной мощности. Можно предположить два возможных варианта: первый - "загонять" избыток топливного газа двигателя обратно в выходную магистраль дегазированной нефти, что нецелесообразно, второй - сброс указанного избытка газа "на свечу" с последующим его сжиганием в атмосфере. И то и другое снижает экономичность устройства, или ухудшает экологическую обстановку окружающей среды, соответственно.

Целью предлагаемого изобретения является повышение надежности работы технологического нагревателя нефти и приводного двигателя, повышение экономичности эксплуатации и улучшение экологических показателей окружающей среды.

Эта цель достигается тем, что в технологическом нагревателе нефти электростанции в качестве основного топлива использована часть попутного газа,

отделенного в сепараторе нагревателя, а в качестве пускового топлива, например - паровая фаза сжиженного газа с числом Воббе, одинаковым с основным топливом, что позволило при выходе на стационарный режим нагревателя осуществить автоматическое и плавное переключение его горелочного устройства на основное топливо, например - посредством обратного клапана, установленного на линии подачи пускового топлива. Нагреватель нефти и сепаратор выполнены в одном агрегате в виде вертикально установленного кожухотрубного теплообменника, экранированного, по крайней мере, двумя поясами штыковых труб, кольцевые зазоры которых с нижнего конца сообщены съёмными патрубками с коллектором входа нагреваемой сырой нефти, а с верхнего конца посредством тангенциального завихрителя сообщены с входом во внутренние трубы, подключенные с нижнего конца съёмными патрубками к коллектору отвода нагретой дегазированной нефти, а с верхнего конца съёмными патрубками - с коллектором отвода попутного газа. Причем в кольцевом зазоре штыковых труб установлен завихритель, выполненный в виде проволоки, спирально навитой по всей длине внутренних труб до входа нагреваемого потока в упомянутый тангенциальный завихритель.

Кроме того, в приосевой части нагревателя, не занятой трубами, установлено плохообтекаемое тело - экран в виде конуса, соосного с кожухом и дымовой трубой и своей вершиной обращенного в сторону горелочного устройства так, что протяженность топочного объема по оси теплообменника, ограниченного с одного конца амбразурой горелочного устройства, с другого - экраном, не менее максимальной величины дальности факела горелочного устройства. При этом наружный диаметр экрана должен быть не менее 3/4 внутреннего диаметра дымовой трубы, а расстояние от среза экрана до устья дымовой трубы - не менее 2,5 величины наружного диаметра экрана.

При таком исполнении нагревателя гарантирована окружающая равномерность температурного поля в пределах всей длины трубного пучка теплообменника, что важно для надежного функционирования нагревателя при достаточно высокой эффективности отделения газовой фазы в его сепарационной части.

Кроме того, коллектор отвода газа от нагревателя подключен через опускной трубопровод к конденсатору, охлаждаемому сырой нефтью таким образом, что выход очищенного газа из конденсатора, с одной стороны, подключен через регулятор температуры нагретой дегазированной нефти к входу в горелочное устройство, с другой стороны - к входу в топливный регулятор двигателя. При этом на выходе из конденсатора охлаждающей сырой нефти перед входом ее в нагреватель установлен нефтяной насос с регулируемой производительностью, на трубе всасывания которого установлена труба Вентури с горлом, сообщенным с выходом конденсатоотводчика, подключенного своим входом к нижней части конденсатора, при этом труба подачи пускового топлива

подключена через обратный клапан к регулятору температуры нагретой дегазированной нефти. Прокатка газовой фазы (попутного нефтяного газа) через конденсатор исключает сжигание легкокипящих (и дорогостоящих) фракций (бензин, легкий газойль, ...), которые, пусть и в малом количестве, могут содержаться в газе на выходе из нагревателя, что кроме дополнительной экономии исключает их возможную конденсацию при транспортировке газа к нагревателю и двигателю, что может привести к неустойчивости в работе горелочного устройства нагревателя и камеры сгорания двигателя. Использование нефтяного насоса с регулируемой производительностью решает задачу регулирования работы электростанции в условиях изменения внешнего энергопотребления (нагрузки).

Таким образом, достигается главная цель предлагаемого изобретения: повышение надежности работы технологического нагревателя нефти и приводного двигателя, повышение экономичности эксплуатации электростанции и улучшение экологических показателей окружающей среды.

На чертеже схематически показана предлагаемая электростанция с узлами, достаточными для понимания ее существенных отличий от известных.

Электростанция состоит из генератора 1 электрической энергии, жестко соединенного с приводным газотурбинным двигателем 2 и устройства для предварительной обработки топлива. В предложенной схеме электростанции нагреватель нефти и сепаратор выполнены в одном агрегате в виде вертикально установленного кожухотрубного теплообменника 3, экранированного, по меньшей мере, двумя поясами штыковых труб 4, кольцевые зазоры 5 которых с нижнего конца сообщены съёмными патрубками 6 с коллектором входа 7 нагреваемой сырой нефти, а с верхнего конца посредством тангенциальных завихрителей 8 сообщены с входом во внутренние трубы 9. Указанные трубы 9 в нижнем конце пристыкованы съёмными патрубками 10 к коллектору отвода 11 нагретой дегазированной нефти, а с верхнего конца съёмными патрубками 12 трубы 9 присоединены к коллектору 13 отвода попутного газа. Причем в кольцевом зазоре 5 труб 4 установлен завихритель 14, выполненный в виде проволоки, спирально навитой по всей длине труб 9 по крайней мере до завихрителя 8.

Кроме того, в приосевой части нагревателя, не занятой трубами 4, установлено плохообтекаемое тело-экран 15 в виде конуса, соосного с наружным кожухом теплообменника 3 и дымовой трубой 16. Конус своей вершиной обращен в сторону горелочного устройства 17 так, что протяженность топочного объема по оси теплообменника 3, ограниченного с одного конца амбразурой горелочного устройства 17, с другого - экраном 15, должен быть не менее максимальной величины дальнобойности факела горелочного устройства 17, при этом наружный диаметр экрана 15 должен быть не менее 3/4 от внутреннего диаметра дымовой трубы 16, а расстояние от среза экрана 15 до устья 18 трубы 16 - не менее 2,5 величины

наружного диаметра экрана 15.

Коллектор 13 отвода газа присоединен посредством опускного трубопровода 19 через обратный клапан 20 к конденсатору 21, охлаждаемому сырой нефтью таким образом, что выход очищенного газа из конденсатора 21, с одной стороны, подключен к регулятору 22 температуры нагретой дегазированной нефти на вход в горелочное устройство 17, с другой стороны - к входу в топливный регулятор 23 двигателя 2. При этом на выходе из конденсатора 21 охлаждающей сырой нефти перед входом ее в нагреватель 3 установлен нефтяной насос 24 с регулируемой производительностью, на трубе всасывания которого установлена труба Вентури 25 с горлом, сообщенным с выходом конденсатоотводчика 26, подключаемого своим входом к нижней части конденсатора 21, причем труба 27 подачи пускового топлива подключена через обратный клапан 28 к регулятору 22 нагретой дегазированной нефти, а перед регулятором 23 двигателя установлен пускоотсечной клапан 29 с обратным клапаном 30.

Электростанция работает следующим образом.

Нефть (или нефтеэмульсия) с растворенным в ней попутным газом из нефтепровода поступает на электростанцию вначале в качестве охлаждающей среды - в конденсатор 21, затем - в трубу Вентури 25, где уже в качестве активной среды подсасывает конденсат, поступающий в горло трубы Вентури из конденсатоотводчика 26. Труба Вентури 25 введена в систему топливопитания для того, чтобы в случае внезапного сбоя в работе насоса 24 не была нарушена работа горелочного устройства 17 и камеры сгорания двигателя 2 (из-за возможного попадания конденсата в топливный газ).

Затем сырая нефть (в смеси с конденсатом) поступает на вход в насос 24. После насоса сырая нефть под напором, достаточным для нормального функционирования системы подготовки и подачи топливного газа в нагреватель 3 и двигатель 2, поступает во входной коллектор 7, откуда по патрубкам 6 раздается по трубам 4, а конкретно - в их кольцевые зазоры 5, в которых под воздействием спирального проволочного оребрения 14 приобретает вращательно-направленное вверх движение.

По мере прогрева (и снижения давления) содержащийся в растворенном виде в нефти попутный газ выделяется, вспенивая и разгоняя ее. При этом в кольцевом зазоре 5 труб 4 устанавливается 2-фазная структура потока: внешний слой закрученного потока-жидкий и омывает горячие стенки труб 4, внутренний слой - газовый, что благоприятно для интенсификации процесса теплопередачи, не допуская при этом перегрева потока (например, существенно выше 50°C). При достижении потока тангенциальных завихрителей 8, образованных, например, тангенциальными прорезями в стенке внутренних труб 9, поток приобретает дополнительную, более интенсивную крутку с тангенциальной скоростью, достаточной для подавления пенообразования в зоне сепарации 2-фазного потока. При этом жидкая фаза - дегазированная нефть (или нефтеэмульсия),

продолжая вращаться относительно внутренней стенки труб 9, опускается в нижнюю часть нагревателя, где собирается в коллекторе отвода 11 и далее сбрасывается в нефтепровод или направляется в отстойники пункта сбора и подготовки нефти (на схеме не показано) для отделения пластовой воды до приемлемого (товарного) уровня.

Газовая фаза из приосевой сепарационной зоны каждой трубы 4 нагревателя восходящим потоком (по аналогии с 2-х продуктовым циклоном) поступает по патрубкам 12 в верхний коллектор 13. В общем случае, за счет реального несовершенства процесса разделения и частичного (пусть и в малом количестве) крекинга легкокипящих фракций (например, бензин, легкий газойль, ...) отделенный газ может содержать мельчайшие частицы жидкости и пары указанных фракций, что нежелательно. Поэтому указанная смесь через опускной трубопровод 19 и обратный клапан 20 поступает в конденсатор 21, где, охлаждаясь (и конденсируясь), освобождается от нежелательных компонентов и превращается в основное топливо передвижной электрической станции, которое далее поступает, с одной стороны, через клапан 29 в топливный регулятор 23 приводного двигателя 2, с другой, - преодолевая обратный клапан 30, - к регулятору 22, поддерживающим температуру дегазированной нефти в выходном коллекторе, например, до величины не более 50°C.

Запуск и выход на стационарный режим работы электростанции осуществляется следующим образом. Вначале (во всяком случае, в зимний период времени) производится подача пускового газа, например из баллонной батареи с сжиженным пропаном (на схеме не показана). Преодолевая обратный клапан 28, пусковой газ через регулятор 22 поступает в горелочное устройство 17. После появления пламени на выходе из амбразуры горелочного устройства, что фиксируется, например, фотодатчиками и по сигналу от системы автоматического управления (АСУ) электростанции (на схеме не показано) запускается нефтяной насос 24 и выводится на режим до уровня производительности, соответствующего величине внешнего энергопотребления в данный момент времени (сигнал от АСУ). К этому моменту регулятор 22, "отслеживая" температуру нефти в выходном коллекторе 11, выводит горелочное устройство 17 на режим максимальной теплопроизводительности. При этом по мере прогрева нефти возрастает давление газа, отделенного в сепарационной части нагревателя, происходит последовательное открытие обратных клапанов 20, 30 и после превышения величины давления пускового газа перед регулятором 22 - закрытие обратного клапана 28 и прекращение подачи пускового газа.

Далее по соответствующему сигналу от АСУ открывается клапан 29 и посредством топливного регулятора 23 осуществляется программный запуск и выход на режим приводного двигателя 2 и электрогенератора 1. При необходимости уменьшения нагрузки на электростанцию выдается сигнал (от АСУ)

на уменьшение производительности нефтяного насоса 24, что приведет к увеличению температуры нефти в выходном коллекторе 11, на что среагирует регулятор 22 и, воздействуя на горелочное устройство 17, восстановит выходную температуру нагреваемой нефти до необходимого уровня, и наоборот.

Таким образом, при выполнении вышеприведенной совокупности признаков устройства достигается главная цель предлагаемого изобретения: повышение надежности работы технологического нагревателя нефти и приводного двигателя, повышение экономичности эксплуатации электростанции и улучшение экологических показателей окружающей среды.

### Формула изобретения:

1. Передвижная электростанция, содержащая электрогенератор тепловой, преимущественно газотурбинный двигатель, и устройство для предварительной обработки топлива, выполненное в виде технологического нагревателя сырой нефти, на выходе которого установлен сепаратор для отделения газа, в том числе и попутного газа, используемого в качестве топлива двигателя электростанции, отличающаяся тем, что в нагревателе нефти источником греющей среды применено горелочное устройство, в котором в качестве основного топлива использована часть попутного газа, отделенного в сепараторе нагревателя, а в качестве пускового топлива, например, паровая фаза сжиженного газа с числом Воббе, одинаковым с основным топливом.

2. Электростанция по п. 1, отличающаяся тем, что нагреватель нефти и сепаратор выполнены в одном агрегате в виде вертикально установленного кожухотрубного теплообменника, экранированного, по меньшей мере, двумя поясами штыковых труб, кольцевые зазоры которых с нижнего конца сообщены съёмными патрубками с коллектором входа нагреваемой сырой нефти, а с верхнего конца посредством тангенциального завихрителя сообщены с входом во внутренние трубы, подключенные с нижнего конца съёмными патрубками к коллектору отвода нагретой дегазированной нефти, а с верхнего конца - съёмными патрубками с коллектором отвода попутного газа, причем в кольцевом зазоре штыковых труб установлен завихритель, выполненный в виде проволоки, спирально навитой по всей длине внутренних труб до входа нагреваемого потока в упомянутый тангенциальный завихритель, кроме того, в приосевой части нагревателя, не занятой трубами, установлено плохообтекаемое тело-экран в виде конуса, соосного с кожухом и дымовой трубой и своей вершиной обращенного в сторону горелочного устройства так, что протяженность топочного объема по оси теплообменника, ограниченного с одного конца амбразурой горелочного устройства, с другого - экраном, не менее максимальной величины дальности факела горелочного устройства, при этом наружный диаметр экрана составляет не менее трех четвертей от внутреннего диаметра дымовой трубы, а расстояние от среза экрана до устья дымовой трубы - не менее двух с половиной величин наружного диаметра экрана.

3. Электростанция по пп. 1 и 2,

отличающаяся тем, что коллектор отвода попутного газа от нагревателя подключен через опускной трубопровод к конденсатору, охлаждаемому сырой нефтью таким образом, что выход попутного газа, отделенного в сепараторе и очищенного в конденсаторе, с одной стороны подключен через регулятор температуры нагретой дегазированной нефти к входу в горелочное устройство, а с другой стороны - к входу в топливный регулятор двигателя, при этом на выходе из

5 конденсатора охлаждающей сырой нефти перед входом ее в нагреватель установлен нефтяной насос с регулируемой производительностью, на трубе всасывания которого установлена труба Вентури с горлом, сообщенным с выходом конденсатоотводчика, подключенного своим входом к нижней части конденсатора, причем, труба подачи пускового топлива подключена через обратный клапан к регулятору температуры нагретой дегазированной нефти.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60