



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 110 744** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **F 28 D 7/16**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 95112525/06, 21.09.1993
(30) Приоритет: 28.09.1992 US 07/952,330
(46) Дата публикации: 10.05.1998
(56) Ссылки: US, патент 4089656, кл. F 28 D 7/16, 1978.

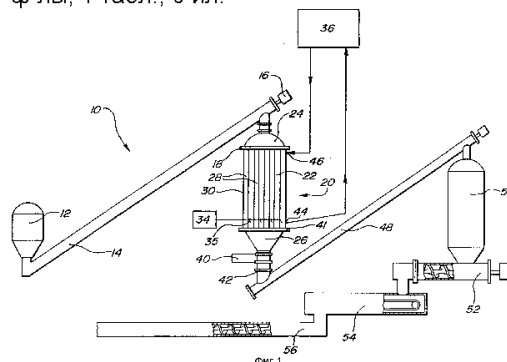
(71) Заявитель:
КФх Инк. (US)
(72) Изобретатель: Эдвард Коппельман[US]
(73) Патентообладатель:
КФх Инк. (US)

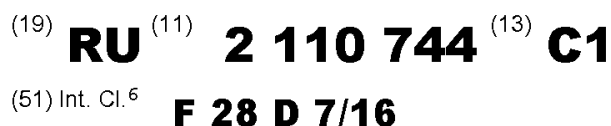
(54) **УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛИСТОГО ТОПЛИВА (ВАРИАНТЫ)**

(57) Реферат:

Использование: для улучшения значения БТЕ углистых материалов. Сущность изобретения: углистый материал вводят в теплообменник и инжектируют газ, например, инертный газ или двуокись углерода, при высоком давлении для увеличения давления, при котором осуществляется процесс улучшения. Углистый материал затем нагревают до желаемой температуры посредством циркулирования теплоносителя через наружный корпус. Вода и другие побочные продукты, например, деготь и другие газы, извлекаются в течение процесса. Нагретая вода может быть использована в качестве источника для подогрева питающего

материала в другом сосуде. 5 с. и 39 з.п. ф-лы, 1 табл., 6 ил.



(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(71) Applicant:
KFkh Ink. (US)

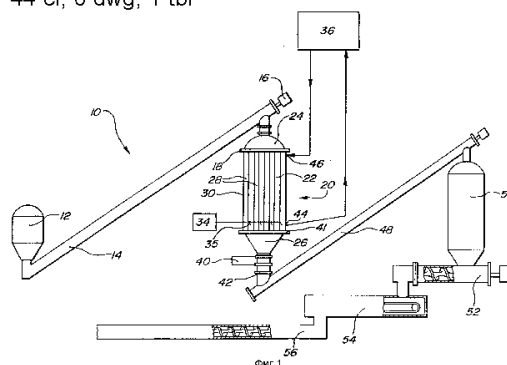
(72) Inventor: Ehdvard Koppel'man[US]

(73) Proprietor:
KFkh Ink. (US)

RU ? 1 1 0 7 4 4 C 1

characteristics of carbonaceous materials.
44 cl, 6 dwg, 1 tbl

RU 2110744 C1



Настоящее изобретение, в частности, применимо, но не ограничивается этим, к способу обработки углистых материалов при высоком давлении для увеличения значения BTU углистого материала. Типичным способом, для которого применимо настоящее изобретение, является обработка различных встречающихся в природе углистых материалов, как например, древесина, торф, полубитуминозный уголь или черный лигнит, для того чтобы сделать их более пригодными в качестве твердого топлива.

Для того чтобы сделать углистые материалы более пригодными в качестве твердого топлива использовалось или предлагалось к использованию множество изобретений, относящихся к обогащению углистого топлива. Общими для них являются множество проблем, связанных с высокой стоимостью как производства, так и эксплуатации систем обогащения углистого топлива, трудностью и сложностью контроля для обеспечения эксплуатации систем обогащения или улучшения углистого топлива на основе непрерывности, и обычно отсутствие гибкости и многосторонности такого оборудования для адаптирования при обработке других материалов при различных температурах и/или давлениях.

Способы и устройства настоящего изобретения преодолевают множество проблем и недостатков известного оборудования и технологий путем создания установок, конструкция которых проста и долговечна, многосторонна в использовании и легко адаптируется для обработки различных питающих материалов при различных температурах и/или давлении. Устройства настоящего изобретения дополнительно отличаются тем, что они просты для контроля и эффективны в утилизации тепловой энергии, посредством чего обеспечивается экономичная эксплуатация и сохранение ресурсов.

Выгода и преимущества настоящего изобретения достигаются за счет следующих способов и устройств, в которых углистые материалы загружаются в теплообменное устройство, содержащее по крайней мере внутреннюю трубу, окруженную наружным кожухом, при атмосферных условиях. После загрузки углистого материала в теплообменное устройство углистый материал инжектируется вместе со сжатым газом. В одном варианте настоящего изобретения теплоноситель, имеющий температуру между приблизительно 120°C и около 650°C, обычно, около 400°C, циркулирует в кожухе таким образом, что теплоноситель контактирует с наружной периферией внутренней трубы (труб). Теплоноситель входит в кожух через первый клапан, расположенный непосредственно у вершины теплообменника, и выходит из кожуха через второй клапан, расположенный непосредственно у дна теплообменника. Температура в контролируемый промежуток времени остается повышенной для увеличения значения BTU углистого материала. Вода и другие побочные продукты, например, деготь и газы, которые вытягиваются из углистого материала, удаляются через клапан, расположенный у дна теплообменника. По завершении этана

теплообмена углистый материал передается в один или более вместительных сосудов, где углистый материал хранится до тех пор, пока он может быть передан в экструдер для окатывания или гранулирования.

Во втором варианте углистый материал загружается в теплообменник, имеющий по крайней мере одну внутреннюю трубу, которая окружена наружным кожухом. В наружном кожухе предусмотрено четыре клапана вход/выход, через которые теплоноситель входит и выходит из кожуха. Первый клапан расположен непосредственно на вершине теплообменника, второй клапан располагается ниже первого клапана приблизительно на одной трети длины теплообменника, третий клапан расположен ниже второго клапана приблизительно на двух третях длины теплообменника, и четвертый клапан расположен непосредственно у дна теплообменника. В этом варианте теплоноситель вводится через первый клапан и циркулирует в нисходящем направлении кожуха теплообменника до тех пор, пока он не достигнет второго клапана, который открывается, чтобы позволить теплоносителю вернуться обратно через печь, где он подогревается, подогретый теплоноситель рециркулируется обратно через первый клапан. После того как, по существу, вся вода вытягивается вниз ниже уровня второго клапана, второй клапан запирается и открывается третий клапан, заставляя воду испаряться и конденсироваться на угле, находящемся ниже уровня второго клапана. Этот процесс открывания и закрывания клапанов продолжается до тех пор, пока вся вода вытягивается к дну теплообменника, где она собирается и сливается. При этом предполагается что теплоноситель имеет температуру между приблизительно 120 - 650 °C, и давление системы составляет от около 2 PSIG до около 3000 PSIG (PSIG - избыточное давление в фунтах на квадратный дюйм; 1 Мегабар на 1 см² = 14,50 фунтов на кв. дюйм = 750 мм рт.ст.).

Третий вариант настоящего изобретения содержит наружный кожух, в который загружают углистый материал для обогащения или улучшения. Наружный кожух включает множество установленных параллельно горизонтальных труб, расположенных внутри кожуха, который содержит теплоноситель. Теплоноситель циркулирует в нисходящем направлении последовательно через расположенные на одном уровне горизонтальные трубы, в то время как в кожух инжектируется инертный газ. Температура теплоносителя составляет от около 120°C до около 650°C, и давление составляет от около 2 PSIG до 3000 PSIG.

Четвертый вариант настоящего изобретения содержит наружный кожух, в который загружают углистый материал для обогащения, и множество расположенных параллельно вертикальных труб, проходящих вниз в кожух. Теплоноситель циркулирует по всем вертикально выровненным трубам, и в наружный кожух инжектируют инертный газ для способствования обогащению углистого материала. Здесь также температура теплоносителя составляет от около 120 °C до около 650°C, и давление составляет от около

2 PSIG до 3000 PSIG.

Дополнительные выгоды и преимущества настоящего изобретения становятся более явными из предложенного описания предпочтительных вариантов в сочетании со специальными примерами и чертежами, на которых:

Фиг. 1 является функциональным схематичным видом системы обогащения топлива на основе теплообменника порционного типа, устроенной и расположенной в соответствии с принципами настоящего изобретения.

Фиг. 2 является функциональным схематичным видом системы обогащения топлива на основе теплообменника непорционного типа, устроенной и расположенной в соответствии с принципами настоящего изобретения.

Фиг. 3 является видом сбоку в вертикальном разрезе второго варианте теплообменника, имеющего множество клапаном вход/выход, согласно принципам настоящего изобретения;

Фиг. 4 является видом сбоку в вертикальном разрезе третьего варианте теплообменника, имеющего наружный кожух, который удерживает углистый материал и множество параллельных горизонтальных труб, помещенных в наружный кожух, по которым циркулирует теплоноситель в соответствии с принципом настоящего изобретения;

Фиг. 5 является видом сбоку в вертикальном разрезе четвертого варианта теплообменника, имеющего наружный кожух, который удерживает углистый материал и множество параллельных вертикальных труб, которые проходят в наружном кожухе, по которым циркулирует теплоноситель в соответствии с принципом настоящего изобретения.

Фиг. 6 является сечением 6 - 6 на фиг. 5, показывающим трубы, используемые для циркуляции теплоносителя.

Настоящее изобретение применимо для обогащения или улучшения углистых материалов, включающих, но не ограничиваясь ими, размолотый уголь, гнит и полубитуминозные угли типа, широко распространенного среди древесины, торфа и битуминозных или жирных углей, которые находят в месторождениях подобно высококачественным углям. Углистые материалы при добыче обычно содержат от около 20 - 80% влаги и часто могут использоваться непосредственно без какой-либо подготовительной обработки, кроме гранулирования углистого материала до желаемого размера. Размер частиц углистого материала в большей части определяется временем, необходимым для обогащения углистого материала до желаемого уровня. Обычно, чем больше размер частиц, тем больше времени требуется для обогащения углистого топлива.

Согласно фиг. 1, система дозированного или порционного типа обогащения топлива 10 имеет теплообменник 20, который содержит камеру с входом 24 на одном конце и выходом 26 на другом конце, множество труб 28, проходящих по длине камеры, и наружный кожух 30, который окружает множество труб 28. Углистый материал транспортируется из бункера 12 транспортером 14 к входному

концу 24 теплообменника 20. Клапаны 16 и 18, расположенные на вершине теплообменника, открыты для того, чтобы позволить загрузку углистого материала в трубы 28. Клапан 41, расположенный возле дна теплообменника 20, заперт перед заполнением труб 28 углистым материалом. После заполнения труб 28 клапаны 16 и 18 запираются, чтобы удерживать углистый материал внутри труб 28. Затем через клапаны 35 инжектируют инертный газ 34, например, азот или другой газ, например, двуокись углерода, для того, чтобы заполнить зазоры между углистыми частицами и поднять давление в трубах.

Азот или другой инертный газ находится под таким давлением, чтобы при включении технологического процесса газ легко тек в трубы 28, находящиеся при атмосферном давлении. При подъеме давления в трубах до желаемого уровня поток газа отключают.

Теплоноситель, например нагретый газ, расплавленная соль или предпочтительно масло, имеющий температуру между около 120 - 650°C, предпочтительнее около 400°C, непрерывно циркулирует через корпус 30, входя в корпус через клапан 46 и выходя через клапан 44. Теплоноситель, который входит через клапан 44, пропускают через печь, где он подогревается перед повторным введением в корпус 30. Внутренняя стенка корпуса или кожуха 30 имеет множество следующих один за другим фланцев или полок с открытым концом 22, проходящих внутрь, по которым теплоноситель стекает ступенчатым образом в нисходящем направлении через корпус 30. Инертный газ или газ двуокись углерода действует как теплоноситель, соприкасаясь с внутренней стенкой трубы 28, поглощая тепло и перенося тепло в углеродный материал.

В случае, когда углистый материал, заключенный в трубах 28, имеет содержание серы выше желаемого уровня, вместе с инертным газом или газообразной двуокисью углерода может быть инжектирован в трубы 28 водород для извлечения избытка серы из углистого материала. Обычно количество необходимого водорода прямо пропорционально процентному содержанию серы, которую нужно удалить.

Влага, содержащаяся в углистом материале, вытягивается вниз по трубам 28 в результате нисходящего потока горячего теплоносителя вокруг труб. При достаточно высокой температуре углистый материал испаряется и конденсируется на холодном углистом материале, расположенном у основания труб 28. В конце концов, по существу, вся вода вместе с другими побочными продуктами, такими как деготь и газы, собирается у выход 26 теплообменника 20. Клапан 40, расположенный у дна теплообменника 20, может быть открыт для слива воды и других продуктов из теплообменника.

Период времени, в течение которого углистый материал должен оставаться внутри труб 28, изменяется в зависимости от размера гранул, температуры, при которой работает система, давления инжектируемого в трубы газа и желаемого значения теплотворной способности. Обычно период времени составляет от около 5 мин до около 30 мин. Необходимый период времени

обычно уменьшается при увеличении температуры и давления в теплообменнике. И, наоборот, необходимый период времени увеличивается при использовании более низких температур и давлений.

Процесс с использованием системы 10 может осуществляться при температурах, лежащих в диапазоне от приблизительно 120 - 650°C, и при давлениях, лежащих в диапазоне от приблизительно 2 до 3000 PSIG. Наиболее удовлетворительные результаты по обогащению углистых материалов получают, когда температура, при которой теплоноситель циркулирует в системе, достигает порядка около 400°C.

По завершении этапа теплообмена и обогащения давление снимают путем открывания контрольного клапана 41. Трубы 28, расположенные внутри наружного корпуса или кожуха 30, освобождаются путем открывания клапана 41 и затем клапана 42, расположенного у дна теплообменника. Углистый материал затем передают транспортером 48 во второй бункер 50, где его временно хранят. От дна второго бункера 50 отходит экструдер 52, в котором углистый материал окатывается или гранулируется, и затем передается в охладитель 54. После достаточного охлаждения углистого материала, последний передают во второй экструдер 56, который передает окатыши или гранулы на склад.

Согласно фиг. 2 система обогащения топлива непрерывного типа 210 включает пару вместительных бункеров 212a и 212b или же иначе упоминаемых здесь блокирующих приемных воронок, которые хранят подлежащий обогащению углистый материал. Углистый материал укладывают на транспортер 214, ведущий на вершину теплообменника 220. Нижний или донный клапан 241 заперт при прохождении углистого материала через клапан 218, установленный на верху теплообменника, в трубы 228, содержащиеся в наружном корпусе 230. Процесс осуществляется непрерывно, поскольку одна из блокирующих приемных воронок 212a или 212b может быть вновь заполнена, в то время, когда другая разгружается на транспортер 214.

Как только трубы 228 полностью заполнены, клапан 218 запирается и в трубы 228 под давлением инжектируется инертный газ, например азот или другой газ, например двуокись углерода. Инертный газ 234 или другой газ, например двуокись углерода, подают под таким давлением, чтобы при подаче газ легко тек в трубах 228, находящихся при атмосферном давлении. Когда давление в трубах 228 поднимается до желаемого уровня, поток газа отключают. Инертный газ или другой газ, например, двуокись углерода, поднимают давление в системе до от около 2 PSIG до около 3000 PSIG, предпочтительнее до давления в системе около 800 PSIG. После того, как в трубах поднимают давление, температуру углистого материала поднимают посредством непрерывно циркулирующего через корпус теплоносителя, как это описано для теплообменника 20 на фиг. 1. Здесь также вследствие нисходящего потока теплоносителя, по существу, вся влага, содержащаяся в углистом материале, вытягивается к дну теплообменника 220,

где она может быть собрана и слита через клапан 240 вместе с побочными продуктами, такими как деготь или другие газы, которые также выпускаются. Теплоноситель выходит из корпуса 230 через клапан 239 и циркулирует через печь перед повторным введением через клапан 238. Также предполагается, что температура теплоносителя составляет от около 120 - 650 °C, предпочтительно около 400°C.

Азот 234 или другой инертный газ служит в качестве теплоносителя, контактирующего с внутренней стенкой труб 228, отбирающего у нее тепло и передающего это тепло углистому материалу. По завершении процесса теплообмена и обогащения у дна теплообменника 220 открываются клапаны 241 и 242, позволяя давлению снизиться до атмосферного, при этом углистый материал падает на транспортер 248, который транспортирует материал к паре выходных блокировочных воронок 250 и 252. Клапан 254 открыт на первой блокировочной воронке 250, давая возможность сыпаться в нее углистому материалу. Когда первая воронка заполнена, клапан 254 запирается и открывается клапан 256, расположенный наверху второй блокировочной воронки, с тем, чтобы дать возможность углистому материалу стекать в нее. Обе блокировочные воронки 250 и 252 имеют экструдеры 258 и 260, соответственно, в которых углистый материал окатывается или гранулируется и передается в охладитель 262. После достаточного охлаждения углистый материал передается во второй экструдер 264, который транспортирует углистый материал на хранение.

На фиг. 3 показан второй вариант теплообменника 120, который может использоваться с системой дозированного или порционного типа фиг. 1 в соответствии с настоящим изобретением. В этом варианте теплообменник 120 включает выход 126 и вход 125 для углистого материала, расположенные на противоположных концах теплообменника 120, множество труб 128, в которые загружается углистый материал для обогащения, верхний клапан 118 и нижний клапан 141 для поддержания углистого материала в трубах 128 под давлением и наружный корпус 130, который окружает множество труб, и впускной клапан 135 для инжектирования инертного газа 134 или другого газа, например, двуокиси углерода, в трубы. Инертный газ или газ двуокись углерода находятся под таким давлением, которое позволяет при подаче газа течь в трубы 128, находящиеся при атмосферном давлении. Когда давление в трубах поднято до желаемого уровня, поток газа отключают. Обычно инертный газ поднимает давление системы до 2 - 3000 PSIG, предпочтительнее, до около 800 PSIG. Наружный корпус 130 имеет четыре клапана вход/выход 144 - 147, через которые циркулирует теплоноситель. Первый клапан 144 расположен непосредственно у вершины теплообменника сразу же под клапаном 118. Второй клапан 145 расположен ниже примерно на одну треть длины теплообменника под первым клапаном 144. Третий клапан 146 расположен ниже примерно на две трети длины теплообменника под и первым, и вторым клапанами, и четвертый клапан 147

расположен непосредственно у днища теплообменника 120 над клапаном 141. От внутренней стенки корпуса 130 отходят множество полок-фланцев с открытыми концами 122, расположенными в виде перемежающихся ступеней, по которым теплоноситель стекает вниз в корпусе 130.

После запираания клапана 141 углистый материал загружают в трубы 128, запирают клапан 118 и инжeksiруют в трубы 128 инертный газ или газ двуокись углерода, при этом теплоноситель непрерывно циркулирует через корпус 130 для увеличения температуры углистого материала, находящегося в трубах 128. Теплоноситель нагревают в печи 149 до температуры, достаточной для испарения влаги, содержащейся в углистом материале. Обычно теплоноситель нагрет до температуры от около 120 - 650 °C, предпочтительнее до 400 °C. Теплоноситель вводят в корпус через первый клапан 144. При сначала запертых клапанах 145 и 146 и сначала открытых клапанах 144 и 147 теплоносителю позволяють заполнить корпус 130. Когда корпус 130 заполнен, клапан 147 запирають, клапан 145 открывают для того, чтобы теплоноситель циркулировал в основном через верхнюю треть корпуса. Когда теплоноситель доходит до конца самой верхней полки-фланца 122, теплоноситель стекает вниз на следующую полку-фланец 122. Такое течение потока назад и вперед в нисходящем направлении продолжается до тех пор, пока теплоноситель не достигнет второго клапана 145, где он вытекает через второй клапан 145 и возвращается обратно через печь 149 для подогрева. Во время циркуляции теплоносителя через корпус 130, влага, содержащаяся в углистом материале, испаряется и конденсируется на более холодном углистом материале, находящемся ниже уровня, на котором циркулирует теплоноситель. После того как, по существу, вся влага, содержащаяся в углистом материале, расположенном в первой верхней трети труб 128, вытягивается вниз под уровень второго клапана 145, второй клапан 145 запирается и открывается третий клапан 146, тогда как четвертый клапан 147 остается запертым. Это теперь позволяет теплоносителю циркулировать через верхние две трети корпуса до тех пор, пока, по существу, вся влага испарится и сконденсируется на углистом материале, расположенном ниже уровня третьего клапана 146. Когда, по существу, вся влага собирается ниже уровня третьего клапана 146, третий клапан 146 запирается, в то время как второй клапан 145 остается запертым, а четвертый клапан 147 открывается. В конце концов, по существу, вся влага, присутствующая в загрузке углистого материала, вытягивается ниже уровня четвертого клапана 147, где собирается и сливается из теплообменника через клапан 140 вместе с побочными продуктами, такими как деготь и другие газы, которые удаляются из загрузки. После завершения процесса обогащения загрузку направляют в экструдер 150 для окатывания или гранулирования.

На фиг. 4 показан третий вариант теплообменника 320, который, предпочтительнее, используют с порционной

системой фиг. 1 в соответствии с настоящим изобретением. В этом варианте теплообменник 320 имеет вход 324 и выход 326, расположенные на противоположных концах теплообменника, множество параллельных горизонтальных труб 344 (a - d), через которые циркулирует теплоноситель для нагревания углистого материала, и наружный корпус, в который загружают углистый материал. Углистый материал падает на один из двух аксиально параллельных шнеков 332, которые вращаются наружу для распределения углистого материала по корпусу 330. Клапан 336 запирають перед загрузкой углистого материала в наружный корпус. Когда углистый материал загружен в наружный корпус 330, клапан 334 также запирають и в корпус 330 инжeksiруют инертный газ, например азот или какой-нибудь другой газ, например двуокись углерода. Инертный газ подают под таким давлением, чтобы он мог свободно течь в корпус 330, находящийся при атмосферном давлении. Когда давление в трубах поднимають до желаемого уровня, поток газа отключают. Желательно поднять давление в системе до от около 2 до около 3000 PSIG, предпочтительнее до давления около 800 PSIG. Наружный корпус 330 включает множество параллельных горизонтальных труб (a - d), имеющих клапаны вход/выход 342 (a - h), через которые циркулирует теплоноситель. Первоначально теплоноситель входит в горизонтальные параллельные трубы 344a через первый клапан 342a. Теплоноситель перемещается по первой трубе 344a до тех пор, пока не достигнет заднего конца первой трубы и пройдет через клапан 342b. В этот момент теплоноситель перемещается во вторую горизонтальную параллельную трубу 344b посредством переходной муфты 346. Теплоноситель входит в трубы 344b через клапан 342c, посредством которого направление меняется на противоположное направлению в первой горизонтальной параллельной трубе 344a. Такое циркулирование теплоносителя через горизонтальные параллельные трубы 344 (a - d) и клапаны 342 (a - h) продолжается до тех пор, пока теплоноситель не выйдет из труб 344. После того, как теплоноситель выходит из труб 344d через клапан 342h, теплоноситель пропускають через печь 360, где он подогревается перед повторным введением его через первый впускной клапан 342a. Обычно необходимо нагреть систему до температуры от около 120 до около 650 °C, предпочтительнее до температуры около 400 °C, для испарения влаги, содержащейся в углистом материале. Здесь также циркулирование теплоносителя вперед и назад в нисходящем направлении вынуждает, по существу, всю влагу, содержащуюся в углистом материале, вытесняться из загрузки вместе с любыми другими побочными продуктами, такими как деготь или другие газы, и собираться у клапанов 350, расположенных у днища теплообменника 330. После завершения процесса обогащения вторая пара шнеков 340 передает обогащенный углистый материал на выход 326. Вокруг периферии корпуса предусмотрен изоляционный поверхностный слой 352, показанный в виде частичного выреза, для

обеспечения поддержания теплоносителя при относительно постоянной температуре. Вдоль наружного корпуса также предусмотрены множество люков 346 (a - d), которые обеспечивают доступ к трубам 344 (a - d), если необходимо извлечь трубы 344 (a - d).

На фиг. 5 и 6 представлен четвертый вариант теплообменника 420, используемый с настоящим изобретением. В этом варианте теплообменник имеет вход 424 и выход 426, расположенные на противоположных концах теплообменника, трубу 428 для направления углистого материала вниз в теплообменник, множество параллельных вертикальных труб 444, проходящих от пластинчатого элемента, отделяющего теплоноситель от углистого материала, и наружный корпус 430, в который загружают углистый материал. Для использования теплообменника клапан 442, расположенный непосредственно у выход 426 заперт, и углистый материал загружается в наружный корпус 430 через вход 424, клапан 418 и впускную трубу 428. Клапан 418 затем запирают и в наружный корпус инжектируют инертный газ, например, азот или какой-нибудь другой газ, например, двуокись углерода, чтобы поднять давление в системе. Обычно инертный газ поднимает давление в системе до около 2 - 3000 PSIG, предпочтительнее до давления около 800 PSIG. Когда давление внутри наружного корпуса поднимается до желаемого уровня, поток газа отключают.

Теплоноситель непрерывно циркулирует по всем параллельным вертикальным трубам 444 для увеличения температуры углистого материала. Для способствования циркуляции в параллельных вертикальных трубах 444 проходят обрабатывающие валы 456. При соприкосновении теплоносителя с валами 456 возникает тенденция закручивания или завихрения теплоносителя внутри труб вследствие турбулентного течения потока. Теплоноситель входит в теплообменник через клапан 446, проходит вверх и вниз через каждую из параллельных вертикальных труб 444 в открытый участок 448 и выпускной клапан 450, откуда его пропускают через печь 460 и повторно вводят через клапан 446. В идеале, температура теплоносителя составляет от около 120 до около 650 °C, предпочтительнее около 400°C. Влага и другие побочные продукты, такие как деготь и другие газы, собираются у выход 454 перед тем, как углистый материал собирается посредством открывания клапана 442.

Для уменьшения времени обработки в вариантах, описанных для фиг. 1 - 6, инертный газ, пропускаемый через систему, может быть подогрет до температуры, приближающейся к оптимальным температурам теплоносителя. Желательное уменьшение общего времени обработки системы достигается, например, когда инертный газ подогревается до температуры приблизительно на 22°C ниже температуры нагретого углистого материала.

В случае, когда углистый материал содержит нежелательно высокий уровень серы, углистый материал может быть обработан либо перед, либо после осуществления этапа теплообмена и обогащения. Перед обогащением углистого материала количество H_2S , образующегося в процессе обогащения, может быть ограничено

до желаемой величины путем добавления точного количества сорбирующего вещества, например известняка, в загрузку углистого материала. Вследствие температуры и давления в течение всего времени сорбент будет поглощать большую часть образующегося H_2S , этот процесс исключает необходимость в дорогостоящем оборудовании. Готовый продукт может быть затем пропущен через вибрационное сито, которое отделяет сорбирующее вещество от обогащенного углистого материала перед этапом экструзии и гранулирования. Дополнительно перед экструдированием и гранулированием углистого материала может быть добавлен свежий сорбент на базе беспроцентного отношения серы к кальцию так, чтобы при сжигании углистого материала до 96% SO_x захватывалось перед ее выпуском в атмосферу.

Для того чтобы дополнительно проиллюстрировать изобретение, проведены несколько специальных примеров. Понятно, что эти примеры приведены только для иллюстрации практических, годных к употреблению вариантов во взаимосвязи времени, температуры и давления, используемых в изобретении, и не предназначены для ограничения сферы изобретения, описанного в данном описании и заявленного в формуле.

Пример 1. Полубитуминозный уголь из Вайоминга, имеющий при добыче содержание влаги 31,0% по весу и теплотворную способность 7.776 БТЕ на фунт, загружали в объем труб теплообменника (фиг. 1). Верхний клапан затем запирали и вводили азот в трубы, содержащие полубитуминозный уголь. Давление внутри труб поддерживалось при 800 PSIG, температуру теплоносителя поддерживали порядка 400 °C, температура углистого материала, содержащегося в трубах, достигала 320°C. Процесс обогащения топлива осуществляли в течение 20 мин. По завершении процесса обогащения клапан, расположенный у дна теплообменника, был открыт и загрузка была удалена. После осуществления процесса обогащения углистый материал имел увеличенное до 12,834 БТЕ на фунт значения теплотворной способности на свободной от влаги основе (за счет обезвоживания).

Пример 2. Лигнит из Северной Дакоты с содержанием влаги 37,69% по весу и теплотворной способностью 6,784 БТЕ на фунт загружали в объем труб теплообменника (фиг. 1). Затем запирали верхний клапан и вводили азот в трубы, содержащие лигнит. Давление внутри труб поддерживали порядка 900 PSIG и температуру теплоносителя поддерживали порядка 400 °C. Температура углистого материала, находящегося внутри труб, достигала 315°C. Процесс обогащения топлива осуществляли в течение 19 мин. По завершении процесса обогащения клапан, расположенный у дна теплообменника, открывался и загрузку удаляли. После осуществления процесса обогащения значение теплотворной способности углистого материала увеличивалось на 12,266 БТЕ на фунт на свободной от влаги основе (за счет обезвоживания).

Пример 3. Канадский торф с содержанием влаги порядка 67,2% по весу и теплотворной

способностью 2,854 БТЕ на фунт загружали в объем труб теплообменника (фиг. 1). Затем верхний клапан запирался, и в трубы с заключенным в них Канадским торфом вводился азот. Давление внутри труб поддерживали при 1000 PSIG и температуру теплоносителя поддерживали при 400 °C. Температура углистого материала, заключенного в трубе, достигала 325°C. Процесс обогащения топлива осуществлялся в течение 20 мин. По завершении процесса обогащения клапан у дна теплообменника открывался и загрузку удаляли. После завершения процесса обогащения значение теплотворной способности углистого материала увеличивалось до 13,535 БТЕ на фунт на свободной от влаги основе (за счет обезвоживания).

Пример 4. Твердая древесина (древесина твердых пород дерева) с содержанием влаги 70,40% по весу и теплотворной способностью 2,241 БТЕ на фунт загружали в объем труб теплообменника (фиг. 1). Затем верхний клапан запирался, и в трубы с содержащейся в них твердой древесиной вводился азот. Давление в трубах поддерживали при 800 PSIG и температуру теплоносителя поддерживали при 400°C. Температура углистого материала, содержащегося в трубах, достигала 310°C. Процесс обогащения топлива длился в течение 7 мин. По завершении процесса обогащения клапан, расположенный у дна теплообменника, открывался, и загрузку удаляли. После завершения процесса обогащения значение теплотворной способности увеличивалось до 11,414 БТЕ на фунт на свободной от влаги основе (за счет обезвоживания).

Различные варианты изобретения могут также использоваться для преобразования относительно бесполезных веществ биомассы в активированный уголь, который используется при изготовлении высокочистого растительного или животного угля. Например, биомассу загружали в объем труб теплообменника (фиг. 1), в то время как трубы непрерывно омывались подогретым инертным газом, создающим в системе давление, находящееся в пределах от около 2 PSIG до около 3000 PSIG в зависимости от реального состава биомассы. Температура в системе поддерживалась в диапазоне от около 120 до 720°C.

В одном испытании содержимое труб омывалось потоком азота с расходом 10 кв. футов в час (SCFH), средняя температура поддерживалась примерно при 400°C, и давление поддерживалось примерно при 20 PSIG (см. таблицу). После 15 мин пребывания в теплообменнике омывание азотом прекращали, затем биомасса была, по существу, высушена и охлаждена в течение 20 мин. Процесс преобразовал биомассу в сырой активированный растительный или животный уголь со значением теплотворной способности порядка 12,949 БТЕ на свободной от влаги основе (за счет обезвоживания).

Несмотря на то что, как мы полагаем, описанные в данном варианте предпочтительные варианты выполняют поставленные цели, понятно, что изобретение поддается модификации, вариации и изменениям, не отходя от духа изобретения.

Формула изобретения:

1. Устройство для обогащения углистых материалов, отличающееся тем, что содержит теплообменное средство, включающее наружный корпус, имеющий вход на первом конце наружного корпуса и выход на втором конце наружного корпуса, по меньшей мере один трубчатый элемент, находящийся внутри наружного корпуса для приема загрузки твердого гранулированного углистого материала, средства для распределения загрузки твердого гранулированного углистого материала в трубчатом элементе, средства для удаления загрузки от выхода, средства для введения газа под давлением в трубчатый элемент и средства для циркуляции теплоносителя внутри наружного корпуса, в результате чего за счет циркуляции теплоносителя при повышенной температуре внутри корпуса в течение длительного периода времени увеличивается значение БТЕ загрузки твердого гранулированного углистого материала.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что средства для удаления включает средства для транспортирования твердой гранулированной загрузки углистого материала к средствам хранения загрузки, когда загрузка выходит из теплообменного средства, при этом средства для транспортирования твердой гранулированной загрузки расположены непосредственно за выходом и средства для хранения твердой гранулированной загрузки установлены за средствами для транспортирования загрузки.

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что оно дополнительно включает средства для подготовки твердого гранулированного углистого материала для гранулирования или скатывания, включающие экструдер, установленный за средствами для хранения углистого материала.

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что средства для циркуляции теплоносителя включает полки-фланцы, проходящие внутри наружного корпуса, посредством чего теплоноситель направляется по полкам-фланцам внутри наружного корпуса.

5. Устройство по п.4, отличающееся тем, что средства для циркуляции теплоносителя внутри наружного корпуса дополнительно включает множество одвоенных (пар) клапанов вход-выход, при этом первый клапан расположен непосредственно у входа наружного корпуса, второй клапан расположен ниже первого клапана вдоль наружного корпуса, и трубопроводы, отходящие от первого и второго клапанов, которые ведут к печи для нагрева теплоносителя.

6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что предусмотрены четыре клапана вход-выход, расположенные на расстоянии вдоль наружного корпуса.

7. Устройство по п.1, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит по меньшей мере две входных блокировочных приемных воронки для хранения твердой гранулированной загрузки углистого материала, средства для передачи загрузки твердого гранулированного углистого материала из одной блокировочной приемной воронки в теплообменное средство и введения загрузки твердого гранулированного углистого материала в трубчатый элемент

одновременно с заполнением другой из двух входных блокировочных приемных воронок твердым гранулированным углистым материалом.

8. Устройство по п.1, отличающееся тем, что средства для циркуляции теплоносителя внутри наружного корпуса дополнительно содержит множество комплектов взаимосвязанных труб, расположенных рядами для направления теплоносителя в противоположном направлении через каждый последующий комплект взаимосвязанных труб, с обеспечением ввода теплоносителя через впускной клапан в первый комплект взаимосвязанных труб, расположенных у первого конца наружного корпуса и вывода теплоносителя из второго комплекта взаимосвязанных труб через выпускной клапан, расположенный у второго конца наружного корпуса.

9. Устройство по п. 8, отличающееся тем, что выполнено с возможностью подогрева в печи теплоносителя после выхода его из выпускного клапана и перед рециркулированием его в первый комплект взаимосвязанных труб.

10. Способ обогащения углистого материала, отличающийся тем, что включает этапы введения твердой гранулированной загрузки углистого материала в по меньшей мере одну трубу, находящуюся в теплообменнике, введения теплоносителя внутрь наружного корпуса теплообменника, циркулирования теплоносителя внутри наружного корпуса теплообменника вокруг и в контакте с трубой, инжектирования газа под давлением в трубу, содержащую твердый гранулированный углистый материал, и извлечения твердого гранулированного углистого материала, когда твердый гранулированный углистый материал достигает желаемого значения БТЕ.

11. Способ по п.10, отличающийся тем, что давление внутри трубы поддерживают в диапазоне от 2 PSIG до около 3000 PSIG.

12. Способ по п.10, отличающийся тем, что теплоноситель, который циркулирует вокруг трубы, нагревают до температуры приблизительно 120 - 650°C.

13. Способ по п.12, отличающийся тем, что твердый гранулированный углистый материал выдерживают внутри трубы при желаемой температуре и давлении в течение периода времени, по меньшей мере около 3 мин.

14. Способ по п.12, отличающийся тем, что твердый гранулированный углистый материал выдерживают внутри трубы при заданных температуре и давлении в течение периода времени менее 30 мин.

15. Способ по п.10, отличающийся тем, что в качестве теплоносителя используют масло.

16. Способ по п.10, отличающийся тем, что в качестве теплоносителя используют нагретый газ.

17. Способ по п.10, отличающийся тем, что инжектируют под давлением инертный газ.

18. Способ по п.17, отличающийся тем, что инертный газ включает азот.

19. Способ по п. 17, отличающийся тем, что газ под давлением включает двуокись углерода.

20. Устройство по п.10, отличающееся тем, что совместно с газом под давлением инжектируют водород.

21. Способ по п. 12, отличающийся тем,

что циркуляцию теплоносителя обеспечивают последовательно вдоль более длинных участков по меньшей мере одной трубы путем последовательного открывания и запираания выбранных пар из множества клапанов.

22. Способ обогащения углистого материала, отличающийся тем, что включает этапы загрузки твердого гранулированного углистого материала в по меньшей мере одну трубу, находящуюся внутри наружного корпуса, инжектирования газа под давлением в трубу, нагревания твердого гранулированного углистого материала посредством циркулирования теплоносителя вокруг и в непосредственном контакте с трубой, удаления воды, вытесненной из углистого материала, находящегося в трубе, увеличения температуры углистого материала до заранее заданной температуры внутри трубы, и извлечения обогащенного углистого материала.

23. Способ по п. 22, отличающийся тем, что газ под давлением вводят в трубу, в то время как циркулирует теплоноситель, до тех пор, пока давление не достигает желаемого уровня.

24. Способ по п.22, отличающийся тем, что теплоносителем является масло.

25. Способ по п.22, отличающийся тем, что теплоносителем является инертный газ.

26. Способ по п.23, отличающийся тем, что давление газа, который вводят в трубу, находится в диапазоне от около 2 PSIG до около 3000 PSIG, и заранее заданная температура, до которой нагревают углистый материал, находится в диапазоне приблизительно от 120 - 650°C.

27. Способ по п.26, отличающийся тем, что твердый гранулированный углистый материал выдерживают внутри трубы в течение от около 3 мин до около 30 мин.

28. Способ по п.22, отличающийся тем, что обогащенный твердый гранулированный углистый материал извлекают посредством экструдера для гранулирования или окатывания обогащенного углистого материала.

29. Способ увеличения значения БТЕ углистого материала, отличающийся тем, что включает этапы введения загрузки твердого гранулированного углистого материала, по меньшей мере в одну трубу, находящуюся внутри теплообменника, имеющего наружный корпус и множество клапанов, расположенных с интервалом вдоль образующей теплообменника, циркулирования теплоносителя через наружный корпус теплообменника вокруг последовательно более длинных участков, по меньшей мере, одной трубы посредством последовательного открывания и запираания выбранной пары из множества клапанов, и извлечения твердого гранулированного углистого материала, когда углистый материал достигает желаемого значения БТЕ.

30. Способ по п.29, отличающийся тем, что газ инжектируют под давлением по меньшей мере в одну трубу для облегчения теплопередачи от этой трубы к загрузке твердого гранулированного углистого материала.

31. Способ по п.29, отличающийся тем, что каждый участок трубы подвергают воздействию теплоносителя в течение промежутка времени, достаточного для того,

чтобы заставить влагу в части загрузки, содержащейся внутри каждого участка, испаряться и конденсироваться на твердом гранулированном углистом материале, содержащемся внутри последующих участков трубы, в результате чего подогревается углистый материал, содержащийся в последующих участках этой трубы.

32. Способ по п.30, отличающийся тем, что газ, инжектируемый под давлением в трубу, инжектируют при давлении в диапазоне около 2 PSIG до около 3000 PSIG, и температуре, при которой теплоноситель циркулирует через наружный корпус, составляющей приблизительно 120 - 650°C.

33. Способ по п.32, отличающийся тем, что газ, инжектируемый в трубу, является инертным газом.

34. Способ по п.32, отличающийся тем, что газ, инжектируемый в трубу, является двуокисью углерода или азотом.

35. Устройство для увеличения значения БТЕ углистого материала, отличающееся тем, что содержит теплообменное средство, включающее наружный корпус для приема загрузки твердого гранулированного углистого материала, имеющий вход, расположенный у его первого конца и выход, расположенный у второго конца наружного корпуса для удаления обогащенной загрузки углистого материала, средства для подачи загрузки углистого материала в наружный корпус и по меньшей мере один трубчатый элемент, расположенный внутри наружного корпуса, для циркуляции теплоносителя, и средства для введения газа под давлением в наружный корпус, соединенные с теплообменным средством.

36. Устройство по п. 35, отличающееся тем, что теплообменное средство включает по

меньшей мере один люк, проходящий от наружного корпуса, при этом люк обеспечивает доступ к трубчатому элементу.

37. Устройство по п. 35, отличающееся тем, что теплоноситель, который циркулирует через трубчатый элемент, нагрет до температуры приблизительно 120 - 650°C.

38. Устройство по п.35, отличающееся тем, что наружный корпус выполнен с возможностью поддержания внутри него давления от около 2 PSIG до около 3000 PSIG в процессе обогащения.

39. Устройство по п.35, отличающееся тем, что теплоносителем, который циркулирует через трубчатый элемент, является масло.

40. Устройство по п.35, отличающееся тем, что по меньшей мере один трубчатый элемент дополнительно содержит множество труб, проходящих внутри наружного корпуса, в котором трубы контактируют с загрузкой твердого гранулированного углистого материала.

41. Устройство по п. 40, отличающееся тем, что теплоноситель, который циркулирует через упомянутые трубы, нагрет до температуры приблизительно 120 - 650°C.

42. Устройство по п.40, отличающееся тем, что давление внутри упомянутого наружного корпуса составляет от около 2 PSIG до около 3000 PSIG во время процесса обогащения.

43. Устройство по п.41, отличающееся тем, что теплоноситель, циркулирующий через вертикально проходящие трубы, является маслом.

44. Устройство по п.41, отличающееся тем, что теплоносителем, который циркулирует через вертикальные трубы, является подогретый газ.

40

45

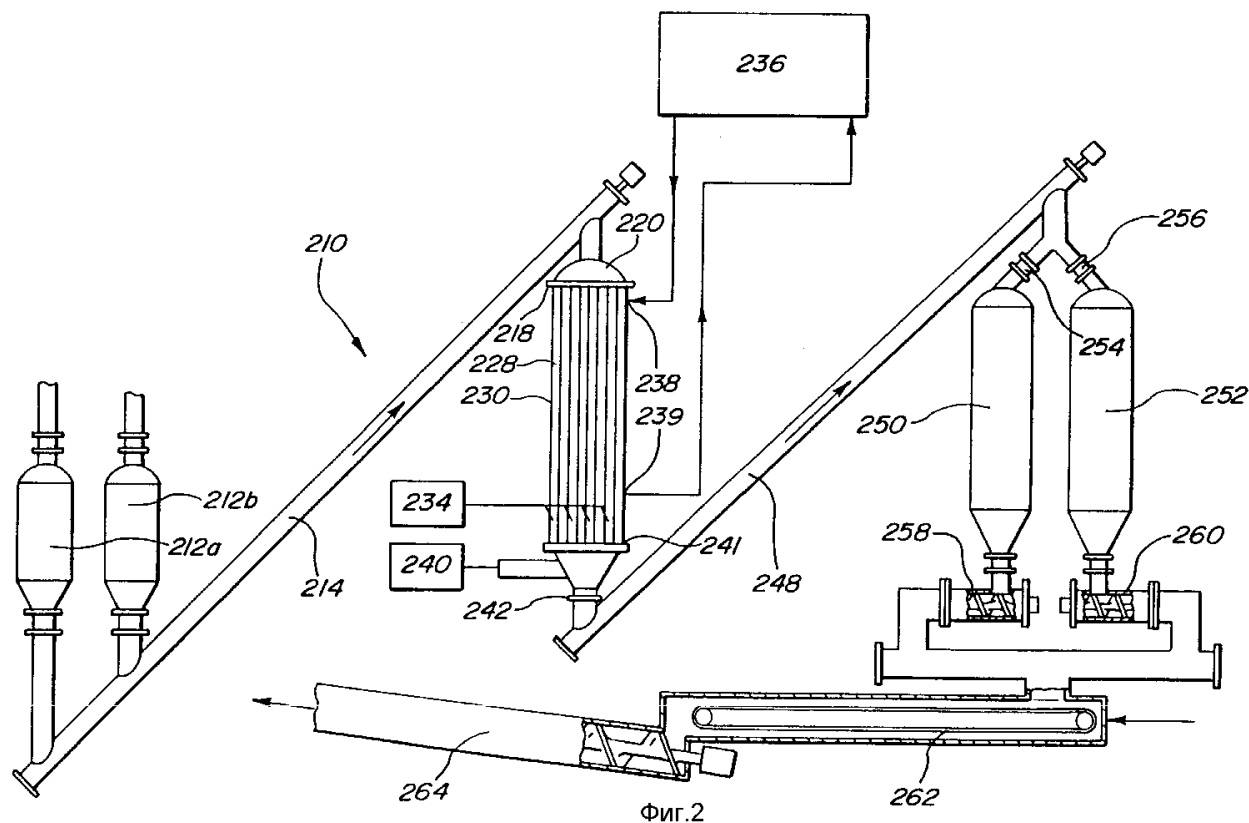
50

55

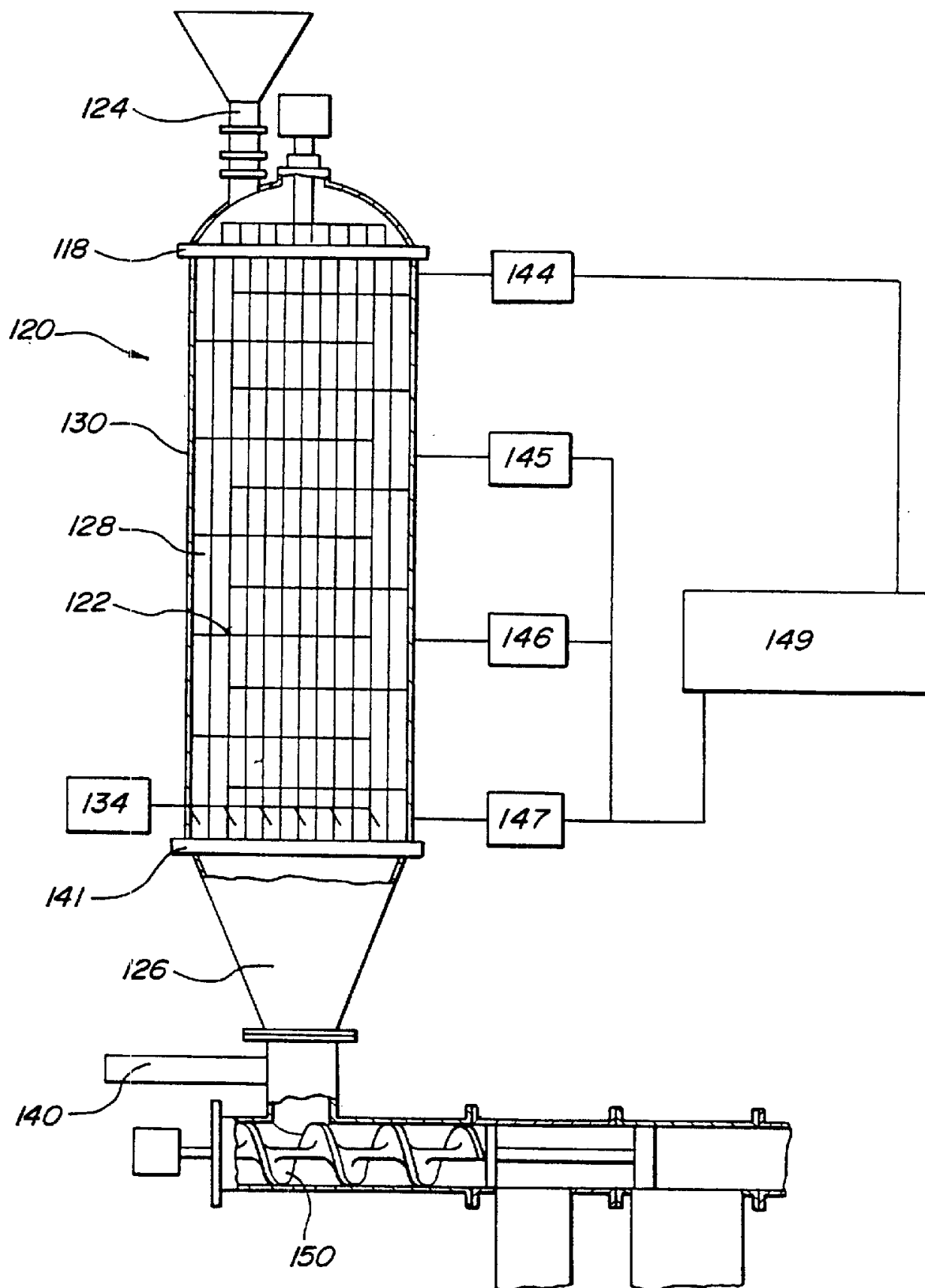
60

Таблица

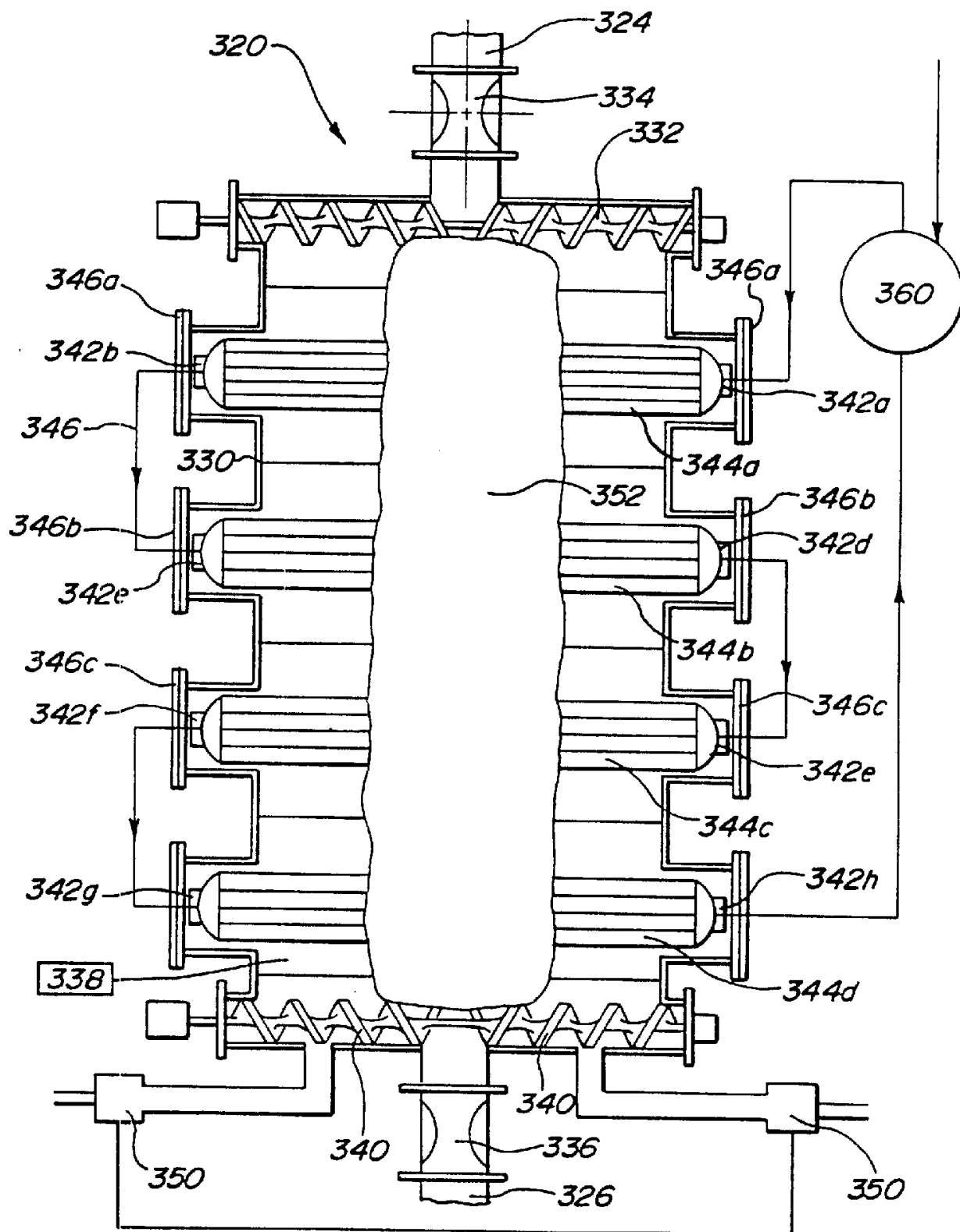
Время	Температ. системы, °F	Температ. снаружи труб, °F	Температ. внутри труб, °F	Давление внутри труб, °F	Давление снаружи труб, PSIG	Расход потока азота, SCFH
0	756	749	770	0	0	0
0:01	-	-	-	-	-	10
1:30	-	740	227	21.0	20.5	10
2:00	-	740	188	20.1	19.5	10
3:00	741	743	169	20.0	19.4	10
4:00	749	753	159	20.1	19.5	10
5:00	757	763	156	19.9	19.2	10
6:00	761	769	160	19.9	19.3	10
7:00	760	771	181	20.1	19.5	10
8:00	760	771	252	20.1	19.5	10
9:00	758	768	442	20.0	19.4	10
10:00	758	766	599	19.9	19.2	10
11:00	758	764	657	20.1	19.6	10
12:00	760	763	659	20.1	19.6	10
13:00	764	765	650	20.1	19.7	10
14:00	768	767	638	20.3	19.7	10
15:00	772	770	628	20.3	20.0	0



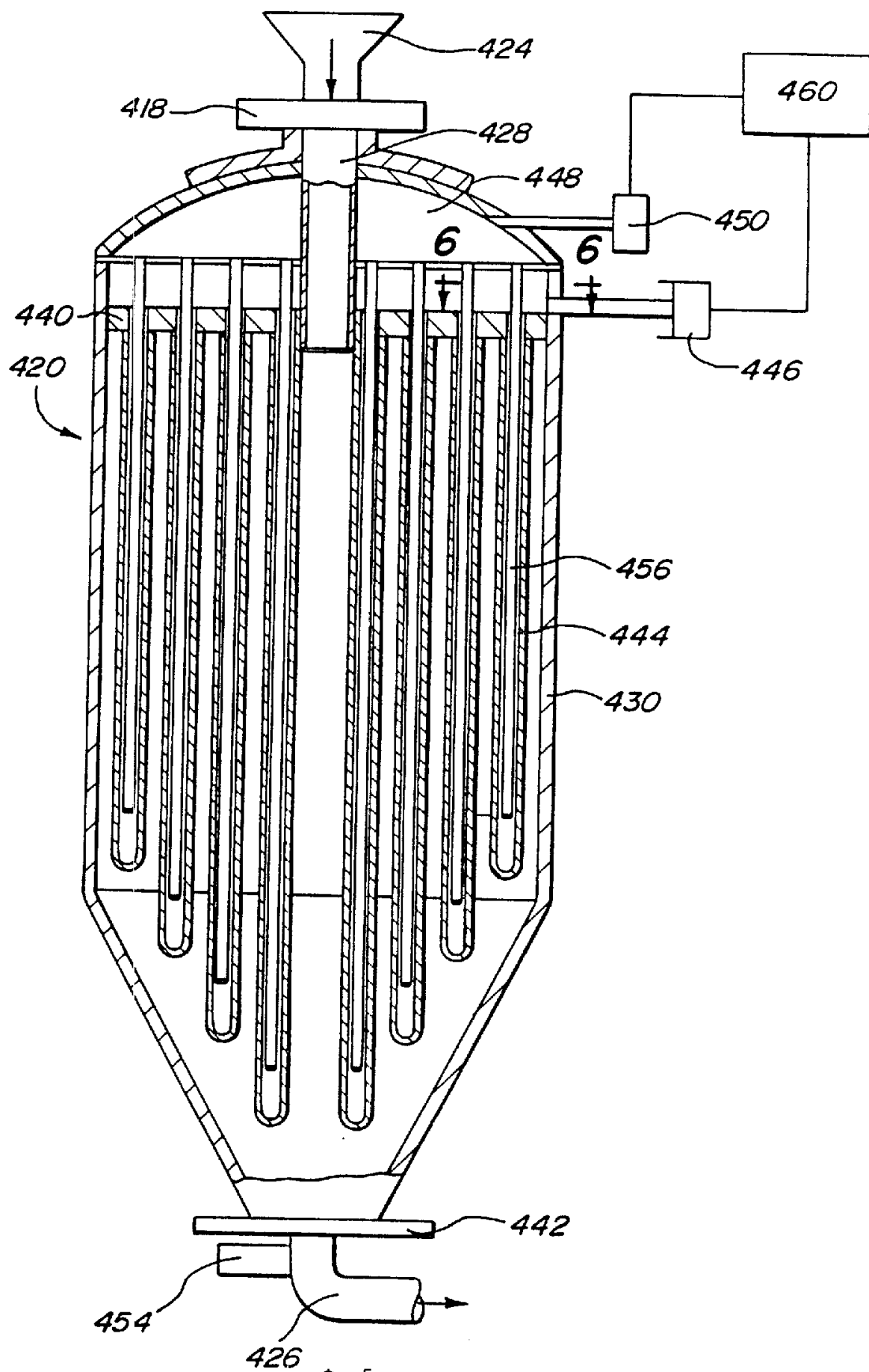
Фиг.2

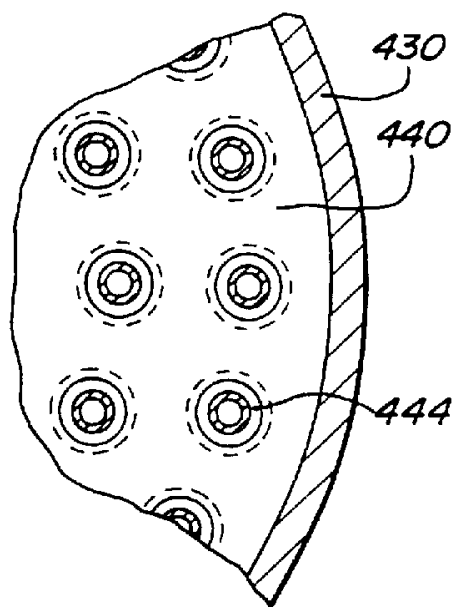


Фиг.3



Фиг.4





Фиг.6