



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 217 675** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **F 28 D 21/00, F 27 B 7/34**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

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

(21), (22) Заявка: 2001125074/06, 15.02.2000
(24) Дата начала действия патента: 15.02.2000
(30) Приоритет: 18.02.1999 CZ PV 544-99
(46) Дата публикации: 27.11.2003
(56) Ссылки: SU 359490 A, 21.11.1972
SU 198974 A, 28.06.1967
SU 1735688 A1, 23.05.1992
RU 2076291 C1, 27.03.1997
US 4209296 A, 24.06.1980
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 13.09.2001
(86) Заявка РСТ: CZ 00/00006 (15.02.2000)
(87) Публикация РСТ: WO 00/49356 (24.08.2000)
(98) Адрес для переписки: 111539, Москва, Е-539, а/я 6, Патентное агентство "ВЦПУ", Г.И.Богдановой

(72) Изобретатель: ПОСПИШИЛ Ярослав (CZ), ЖАЙДЛИК Йозеф (CZ), МИХАЛЕК Зденек (CZ), КРЕЙЧИ Петр (CZ), ПУМПРЛА Алоис (CZ)
(73) Патентообладатель: ПСП ЭНЖИНЕЕРИНГ А.С. (CZ)
(74) Патентный поверенный: Богданова Галина Ивановна

(54) **Циклонный теплообменник**

(57) Изобретение предназначено для применения в циклонных теплообменниках для предварительного нагрева порошкового сырья. Заявленное изобретение состоит из системы циклонов и содержит две части - высокотемпературную часть, расположенную ближе к источнику горячего газа, и низкотемпературную часть, причем каждая часть образована как минимум двумя циклонами в последовательной компоновке, которые сдвинуты друг относительно друга по высоте и подсоединены друг к другу при помощи соединительного трубопровода горячего газа таким образом, что ввод первого циклона подключен к источнику горячего газа, а вывод из каждого циклона приведен к вводу следующего циклона, причем выход сепарированного порошкового сырья из каждого циклона выведен в трубопровод горячего газа, идущего от вывода предыдущего циклона, при этом высокотемпературная и низкотемпературная

части теплообменника подсоединены друг к другу при помощи соединительного трубопровода и сдвинуты друг относительно друга по высоте таким образом, что вход в низкотемпературную часть расположен ниже, чем выход из высокотемпературной части, а высокотемпературная часть далее оснащена транспортным трубопроводом, подведенным в трубопровод, по которому горячий газ поступает в наивысший циклон и к которому подключен выходной трубопровод низкотемпературной части теплообменника, причем нижний элемент низкотемпературной части образован противоточным теплообменником, вывод которого подведен в транспортный трубопровод. Заявленное изобретение позволяет значительно сократить длину соединительного трубопровода, повысить КПД теплопередачи циклонного теплообменника и улучшить условия эксплуатации теплообменника. 3 з.п. ф-лы, 2 ил.



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 217 675** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **F 28 D 21/00, F 27 B 7/34**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001125074/06, 15.02.2000
(24) Effective date for property rights: 15.02.2000
(30) Priority: 18.02.1999 CZ PV 544-99
(46) Date of publication: 27.11.2003
(85) Commencement of national phase: 13.09.2001
(86) PCT application:
CZ 00/00006 (15.02.2000)
(87) PCT publication:
WO 00/49356 (24.08.2000)
(98) Mail address:
111539, Moskva, E-539, a/ja 6, Patentnoe
agentstvo "VTsPU", G.I.Bogdanovoj

(72) Inventor: POSPIShIL Jaroslav (CZ),
ZhAJDLIK Jozef (CZ), MIKhALEK Zdenek
(CZ), KREJChI Petr (CZ), PUMPRLA Alois (CZ)
(73) Proprietor:
PSP EhNZhINEERING A.S. (CZ)
(74) Representative:
Bogdanova Galina Ivanovna

(54) **CYCLONE HEAT EXCHANGER**

(57) Abstract:

FIELD: cyclone heat exchangers for preheating powder raw material. SUBSTANCE: proposed heat exchanger consists of cyclone system including two parts: high-temperature part located near hot gas source and low-temperature part; each part is formed by at least two cyclones arranged in succession and shifted relative to each other vertically; they are interconnected by means of hot gas pipe line in such way that inlet of first cyclone is connected to hot gas source and outlet of each cyclone is brought to inlet on next cyclone; outlet of separated powder raw material of each cyclone is brought out to hot gas pipe line running from outlet of previous cyclone;

high-temperature and low-temperature parts of heat exchanger are connected to each other by means of connecting pipe line and are shifted vertically in such way that inlet of low-temperature part is located below outlet of high-temperature part; high-temperature part is provided with transmission pipe line brought to pipe line which carries hot gas to highest cyclone; it is connected with outlet pipe line of low-temperature part of heat exchanger; lower member of low-temperature part is formed by counter-flow heat exchanger whose outlet is brought to transmission pipe line. EFFECT: reduced length of connecting pipe line; enhanced efficiency of heat transfer; improved operating conditions. 4 cl, 2 dwg

Изобретение касается циклонного теплообменника для предварительного нагрева порошкового сырья, который состоит из системы циклонов и подразделен на две части - высокотемпературную часть, расположенную ближе к источнику горячего газа, и низкотемпературную часть, причем высокотемпературная и низкотемпературная части подсоединены друг к другу при помощи соединительного трубопровода и сдвинуты друг относительно друга по высоте таким образом, что вход в низкотемпературную часть расположен ниже чем выход из высокотемпературной части.

Уровень техники

До сих пор известные циклонные теплообменники в связи с последовательной компоновкой отдельных циклонов и функционально необходимой разницей высот между ними отличаются значительной строительной высотой, что предъявляет высокие требования как к сооружению и монтажу оборудования, так и к эксплуатации и уходу за ним. Следующим немаловажным недостатком высокой конструкции является необходимость учитывать проектные и строительные требования в процессе реализации строительства в областях с повышенной сейсмичностью. В некоторых конструкциях проблема чрезмерной строительной высоты решена путем увеличения габаритов технологического оборудования и за счет плавности потока материала и газа в технологическом процессе.

Известной также является конструкция согласно свидетельству PV 4319-98, которая частично решает проблему чрезмерной строительной высоты или нежелательного увеличения габаритов технологического оборудования путем разделения системы циклонов на две части - высокотемпературную и низкотемпературную, которые расположены рядом друг с другом, причем горячие газы поступают из высокотемпературной части в низкотемпературную по трубопроводу, выведенному из последнего циклона высокотемпературной части и приведенного в первый циклон низкотемпературной части. В целях обеспечения функциональной работоспособности оборудования на конце соединительного трубопровода должна иметься возвратная петля, расположенная под уровнем первого циклона низкотемпературной части. Однако это, во-первых, частично сводит на нет преимущество общей высоты теплообменника, а во-вторых, в возвратной петле оседает часть подогреваемого порошкового сырья, что кроме прочего уменьшает производительность оборудования. Для устранения нежелательных наносов в возвратной петле необходимо предусмотреть соответствующий закрывающийся люк, что, в частности, с учетом необходимой теплоизоляции усложняет конструктивное решение теплообменника. Кроме этого чрезмерно возрастает длина соединительного трубопровода.

Известен циклонный теплообменник для предварительного нагрева порошкового сырья, состоящий из системы циклонов, подразделенной на две части -

высокотемпературную часть, расположенную ближе к источнику горячего газа, и низкотемпературную часть, причем каждая часть образована как минимум двумя циклонами в последовательной компоновке, которые сдвинуты друг относительно друга по высоте и подсоединены друг к другу при помощи соединительного трубопровода горячего газа таким образом, что ввод первого циклона подключен к источнику горячего газа, а вывод из каждого циклона приведен к вводу следующего циклона, причем выход сепарированного порошкового сырья из каждого циклона выведен в трубопровод горячего газа, идущего от вывода предыдущего циклона, при этом высокотемпературная и низкотемпературная части теплообменника подсоединены друг к другу при помощи соединительного трубопровода (SU 359490 A, 21.11.1972).

Суть изобретения

Недостатки на сегодняшний день реализованных конструктивных решений существенным образом устраняет предмет изобретения, которым является сниженный теплообменник для предварительного нагрева порошкового сырья, состоящий из системы циклонов, подразделенный на две части - высокотемпературную часть, расположенную ближе к источнику горячего газа, и низкотемпературную часть, причем каждая часть образована как минимум двумя циклонами в последовательной компоновке, которые сдвинуты друг относительно друга по высоте и подсоединены друг к другу при помощи соединительного трубопровода горячего газа таким образом, что ввод первого циклона подключен к источнику горячего газа, а вывод из каждого циклона приведен к вводу следующего циклона, причем выход сепарированного порошкового сырья из каждого циклона выведен в трубопровод горячего газа, идущего от вывода предыдущего циклона, при этом высокотемпературная и низкотемпературная части теплообменника подсоединены друг к другу при помощи соединительного трубопровода и сдвинуты друг относительно друга по высоте таким образом, что вход в низкотемпературную часть расположен ниже чем выход из высокотемпературной части, а высокотемпературная часть далее оснащена транспортным трубопроводом, подведенным в трубопровод, по которому горячий газ поступает в наивысший циклон и к которому подключен выходной трубопровод низкотемпературной части теплообменника.

Суть изобретения заключается в том, что нижний элемент низкотемпературной части образован шахтным теплообменником, вывод которого направлен в транспортный трубопровод, а входная часть транспортного трубопровода расположена под уровнем выхода порошкового сырья из шахтного теплообменника.

Следующая суть изобретения заключается в том, что в выходной трубопровод, сооруженный между входной камерой вращающейся печи и первым циклоном высокотемпературной части, приведено топливо и воздух на горение.

И, наконец, суть изобретения заключается в том, что в выходной трубопровод, сооруженный между входной камерой вращающейся печи и первым циклоном

высокотемпературной части, приведены горячие газы и декарбонизированное сырье.

Реализация конструкции сниженного теплообменника по настоящему изобретению позволит сохранить преимущества циклонных теплообменников, подразделенных на высокотемпературную и низкотемпературную часть, и одновременно устранить невыгодную петлю в составе соединительного трубопровода. Это позволит значительно сократить длину соединительного трубопровода и, в частности, устранить необходимость в возвратной петле на конце трубопровода перед вводом в первый элемент низкотемпературной части циклонного теплообменника. Это также способствует повышению кпд теплопередачи циклонного теплообменника, подразделенного на высокотемпературную и низкотемпературную часть, и, не в последнюю очередь, улучшению условий эксплуатации, поскольку в возвратной петле известного оборудования, кроме прочего, оседает часть поступающего по соединительному трубопроводу порошкового сырья, которое периодически необходимо устранять, что требует реализации в составе действующих конструкций сервисных лазов или соответствующего транспортного оборудования в данной части соединительного трубопровода. Не в последнюю очередь предмет изобретения значительно уменьшает объем физического труда, который в противном случае необходимо приложить в условиях высокотемпературной и запыленной среды.

Перечень фигур на чертеже

Примеры исполнения конструкции согласно изобретению изображены на прилагаемом чертеже, где на фиг.1 схематически изображена общая компоновка сниженного теплообменника, а на фиг.2 - конструкционная доработка части выходного трубопровода согласно фиг.1.

Примеры исполнения изобретения

Циклонный теплообменник в примерном исполнении согласно фиг.1 подразделен на две части - высокотемпературную часть 1 и низкотемпературную часть 2.

Высокотемпературная часть 1 состоит из трех циклонов, первого циклона 11 с вводом 110 горячих газов, выводом 111 горячих газов и выходом 112 сырья, второго циклона 12 с вводом 120 горячих газов, выводом 121 горячих газов и выходом 122 сырья, и третьего циклона 13 с вводом 130 горячих газов, выводом 131 горячих газов и выходом 132 сырья. Циклоны 11, 12 и 13 подсоединены друг к другу последовательно в направлении потока горячих газов таким образом, что вывод 111 первого циклона 11 трубопроводом 42 подключен к вводу 120 второго циклона 12, вывод 121 которого трубопроводом 43 подключен к вводу 130 третьего циклона 13. Ввод 110 первого циклона 11 своим выходным трубопроводом 41 подключен к входной камере 30 вращающейся печи 3. Выход 132 третьего циклона 13 посредством выходного трубопровода 133 направлен в нижнюю часть трубопровода 42 и аналогично выход 122 второго циклона 12 направлен в нижнюю часть выходного трубопровода 41. Выход 112 порошкового сырья из первого циклона 11 приведен через выходной трубопровод 113 во входную камеру 30

вращающейся печи 3 на дальнейший тепловой процесс.

Низкотемпературная часть 2 образована шахтным противоточным теплообменником 20 с вводом 200 горячих газов, их выводом 201 и выходом 202 порошкового сырья, нижним циклоном 21 с вводом 210 горячих газов, выводом 211 горячих газов и выходом 212 сырья и верхним циклоном 22 с вводом 220 горячих газов, выводом 221 горячих газов и выходом 222 сырья. Конструкция шахтного противоточного теплообменника 20 практически достаточно известна, по сути изобретения значения не имеет и поэтому подробно не описывается. Идентично высокотемпературной части 1 здесь также шахтный противоточный теплообменник 20 и циклоны 21, 22 последовательно подсоединены друг к другу в направлении R потока горячих газов таким образом, что вывод 201 шахтного противоточного теплообменника 20 при помощи трубопровода 44 подключен к вводу 210 нижнего циклона 21, вывод 211 которого подключен трубопроводом 45 к вводу 220 верхнего циклона 22. Выводом 221 последнего заканчивается область циклонного теплообменника согласно настоящему изобретению и через выходной трубопровод 46 он подключен к сопряженной технологической части. Выход 222 верхнего циклона 22 направлен посредством выходного трубопровода 223 в нижнюю часть трубопровода 44.

Высокотемпературная часть 1 и низкотемпературная часть 2 связаны друг с другом через соединительный трубопровод 4 горячего газа, который приводит вывод 131 наивысшего - третьего - циклона 13 высокотемпературной части 1 к вводу 200 шахтного противоточного теплообменника 20 низкотемпературной части 2. Высокотемпературная часть 1 смещена по высоте по отношению к низкотемпературной части 2 так, что точка подключения ввода 130 наивысшего, то есть третьего, циклона 13 находится выше чем точка подключения соединительного трубопровода 4 к вводу 200 шахтного противоточного теплообменника 20.

Ввод 5 порошкового сырья, которое должно быть нагрето перед подачей во входную камеру 30 вращающейся печи 3, приведен в нижнюю часть трубопровода 45 и после прохождения низкотемпературной частью 2 сырье подается в третий - наивысший циклон 13 высокотемпературной части 1 по транспортному трубопроводу 50, который приведен в нижнюю часть трубопровода 43 между вторым циклоном 12 и третьим циклоном 13. Подача осуществляется в потоке теплого газа, который в нижней части 500 транспортного трубопровода 50 подводится в направлении стрелки Т. В поток теплого газа через выходной трубопровод 203 направлен вывод 202 шахтного теплообменника 20 низкотемпературной части 2.

Из этого следует то, что нижний элемент низкотемпературной печи 2 образован противоточным теплообменником 20, вывод 202 которого подведен в транспортный трубопровод 50. При этом входная часть 500 транспортного трубопровода 50 расположена ниже уровня выхода 202 порошкового сырья из шахтного противоточного теплообменника

20.

Конструкция циклонного сниженного теплообменника согласно настоящему изобретению также выгодно дополнена тем, что в выходной трубопровод 41, соединяющий входную камеру 30 вращающейся печи 3 с вводом 110 горячих газов, в первый циклон 11 приведен дополнительный ввод 6 топлива и ввод 60 воздуха на горение или ввод 51 газов и декарбонизированного сырья либо и то, и другое.

Циклонный теплообменник, согласно изобретению, работает следующим образом.

Порошковое сырье, в данном случае сырьевая мука для сухого метода выпуска цементного клинкера, подается через выходной трубопровод 113 во входную камеру 30 вращающейся печи 3. Из входной камеры 3 наоборот отводным трубопроводом 41 отводится горячий газ, возникший в предыдущем тепловом процессе и являющийся носителем значительного количества тепловой энергии. Этот горячий газ проходит постепенно в направлении стрелок R через отводный трубопровод 41 и трубопроводы 42 и 43, через первый циклон 11, второй циклон 12 и третий циклон 13 высокотемпературной части 1 теплообменника, а затем через соединительный трубопровод 4 поступает в шахтный противоточный теплообменник 20 низкотемпературной части 2 теплообменника и далее поступает в направлении стрелок R по трубопроводам 44 и 45 через остальные циклоны, нижний циклон 21 и верхний циклон 22, из которого отводится выходным трубопроводом 46.

Порошковое сырье приводится в направлении стрелки V через ввод 5 в нижнюю часть трубопровода 45, где смешивается с поступающим горячим газом, который поступает из вывода 211 нижнего циклона 21, и далее поступает к вводу 220 верхнего циклона 22. В процессе протекания газопорошковой смеси часть тепловой энергии передается от газа на порошковое сырье, порошковое сырье отделяется от газа, который поступает в направлении стрелки R в выходной трубопровод 46, в то время как нагретое порошковое сырье отводится через выходной трубопровод 233 в направлении стрелки S из вывода 222 верхнего циклона 22. Выходной трубопровод 223 направлен в нижнюю часть трубопровода 44, где сырье опять смешивается с газом, поступающим из шахтного противоточного теплообменника 20, который работает на принципе противоточного теплообмена газа и порошкового материала, температура которого выше, чем в трубопроводе 45. Отсепарированное в циклоне 21 порошковое сырье по выходному трубопроводу 213 поступает по направлению стрелки S к выводу 201 газов шахтного противоточного теплообменника 20, в котором поступает против потока горячих газов по направлению стрелки S в его нижнюю часть. В процессе протекания газопорошковой смеси порошковое сырье нагревается до температуры выше предыдущей, в то время как температура газа падает. Указанный процесс повторяется в каждом из циклонов 21, 22 низкотемпературной части 2 и циклонов 11, 12, 13 высокотемпературной части 1

теплообменника, причем при прохождении через каждую ступень повышается температура порошкового сырья, которое продолжает свое движение к входной камере 30 вращающейся печи 3 по направлению стрелок S, а горячий газ наоборот движется в направлении стрелок R к выходному трубопроводу 46, и его температура постепенно падает. Порошковое сырье, отсепарированное в отдельных ступенях теплообменника, наоборот поступает по направлению стрелок S, то есть в направлении, противоположном направлению R горячего газа, от ввода 5 к входной камере 30 вращающейся печи 3, при этом на отдельных ступенях теплообменника принимает тепло горячего газа.

Переход носителей между высокотемпературной частью 1 и низкотемпературной частью 2 осуществляется таким образом, что горячий газ поступает от вывода 131 третьего циклона 13 к вводу 200 шахтного противоточного теплообменника 20 отдельно через соединительный трубопровод 4. Частично нагретое порошковое сырье, покидающее низкотемпературную часть 2 теплообменника, приводится через выходной трубопровод 203 из вывода 202 шахтного противоточного теплообменника 20 в транспортный трубопровод 50 и через него - в соответствующую ступень высокотемпературной части 1 теплообменника после смешивания с внешним потоком газа, который подводится к началу 500 транспортного трубопровода 50 в направлении стрелки T.

Как изображено на фиг.2, в результате дополнительного подвода топлива и воздуха на горение посредством вводов 6 и 60 можно увеличить мощность или КПД системы согласно изобретению путем оптимальной корректировки температуры горячих газов, поступающих в высокотемпературную часть 1 циклонного теплообменника. Подобным образом можно путем подачи газов и декарбонизированного порошкового сырья через ввод 51 в нижнюю часть выходного трубопровода 41 откорректировать окончательный состав и свойства порошкового сырья, которое после прохождения через первый циклон 11 поступает во входную камеру 30.

Очевидно, что конструкция циклонного теплообменника не ограничивается приведенными примерами. Количество циклонов в высокотемпературной части 1 и низкотемпературной части 2 необязательно должно совпадать. Однако предпосылкой его функции является наличие в каждой из указанных ступеней как минимум двух циклонов. Значение взаимного сдвига точки подключения вывода самого верхнего и, учитывая направление R потока горячего газа, последнего циклона высокотемпературной части 1 к входу в низкотемпературную часть 2, то есть к вводу 200 шахтного противоточного теплообменника 20, также может быть разным при сохранении более низкого уровня подключения низкотемпературной части 2 и подбирается в зависимости от конкретных температурных условий и условий конструкции.

Возможность промышленного использования

Конструкцию циклонного теплообменника согласно изобретению можно использовать особенно для предварительного нагрева сырьевой муки по сухому методу выпуска цементного клинкера.

Формула изобретения:

1. Циклонный теплообменник для предварительного нагрева порошкового сырья, состоящий из системы циклонов, подразделенный на две части - высокотемпературную часть, расположенную ближе к источнику горячего газа, и низкотемпературную часть, причем каждая часть образована как минимум двумя циклонами в последовательной компоновке, которые сдвинуты относительно друг друга по высоте и подсоединены друг к другу при помощи соединительного трубопровода горячего газа таким образом, что ввод первого циклона подключен к источнику горячего газа, а вывод из каждого циклона приведен к вводу следующего циклона, причем выход сепарированного порошкового сырья из каждого циклона выведен в трубопровод горячего газа, идущего от вывода предыдущего циклона, при этом высокотемпературная и низкотемпературная части теплообменника подсоединены друг к другу при помощи соединительного трубопровода и сдвинуты относительно друг друга по высоте таким образом, что вход в низкотемпературную часть расположен ниже,

чем выход из высокотемпературной части, а высокотемпературная часть далее оснащена транспортным трубопроводом, подведенным в трубопровод, по которому горячий газ поступает в наивысший циклон и к которому подключен выходной трубопровод низкотемпературной части теплообменника, отличающийся тем, что нижний элемент низкотемпературной части (2) образован противоточным теплообменником (20), вывод (202) которого подведен в транспортный трубопровод (50).

2. Циклонный теплообменник по п.1, отличающийся тем, что входная часть (500) транспортного трубопровода (50) расположена ниже уровня выхода (202) порошкового сырья из шахтного противоточного теплообменника (20).

3. Циклонный теплообменник по п.1 или 2, отличающийся тем, что в выходной трубопровод (41), сооруженный между входной камерой (30) вращающейся печи (3) и первым циклоном (11) высокотемпературной части (1), направлен ввод (6) топлива и ввод (60) воздуха на горение.

4. Циклонный теплообменник по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что в выходной трубопровод (41), сооруженный между входной камерой (30) вращающейся печи (3) и первым циклоном (11) высокотемпературной части (1), направлен ввод (51) горячих газов и декарбонизированного сырья.

5

10

15

20

25

30

35

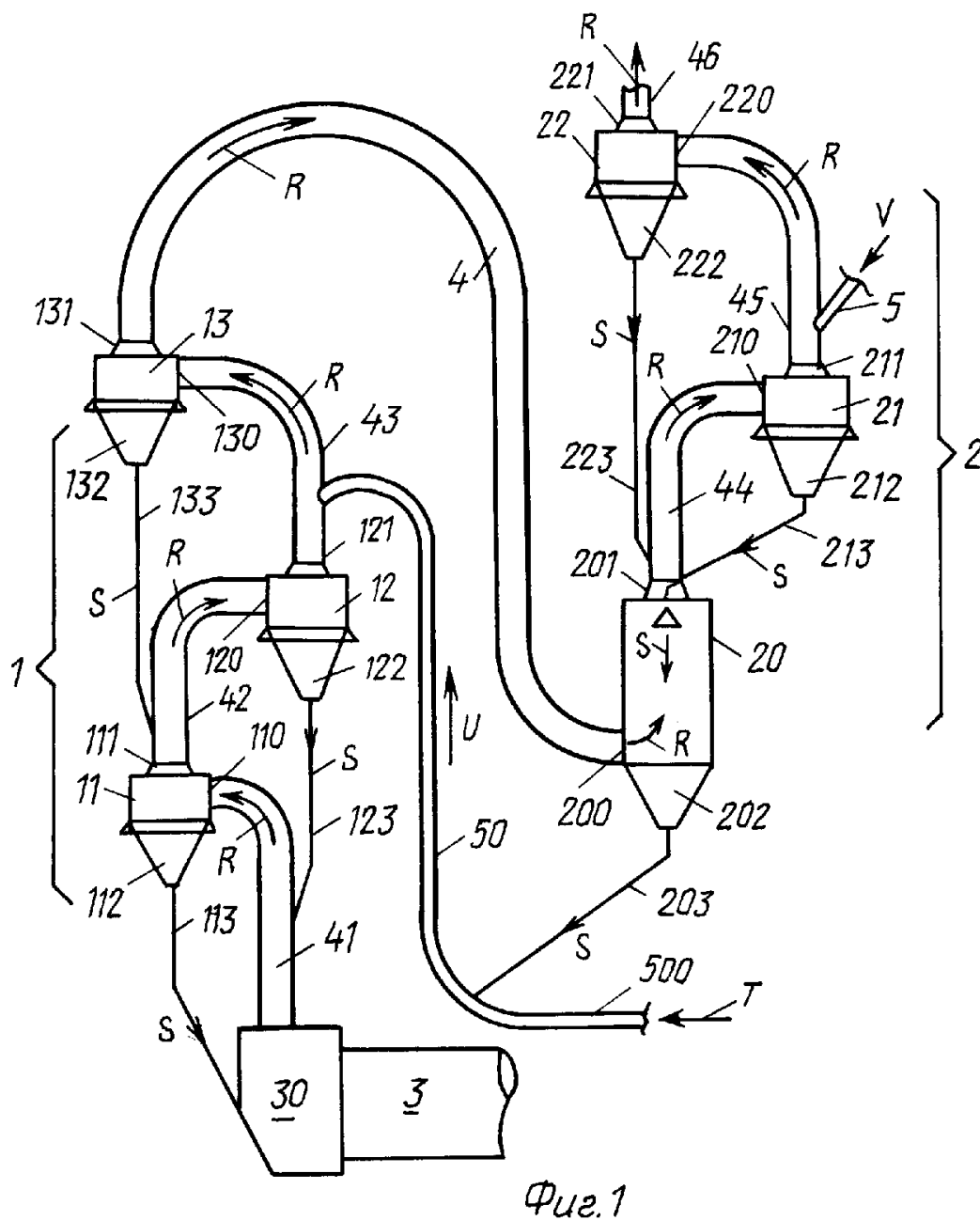
40

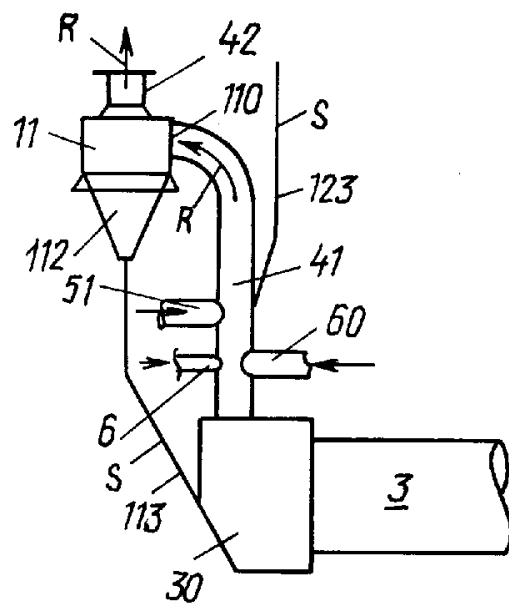
45

50

55

60





Фиг. 2