



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2011139257/06, 26.09.2011**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**26.09.2011**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **26.09.2011**(45) Опубликовано: **10.06.2013** Бюл. № 16(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2175101 C1, 20.10.2001. SU 1776955 A1, 23.11.1992. RU 2143637 C1, 27.12.1989. RU 2049962 C1, 10.12.1995. DE 3017488 A1, 04.12.1980.**

Адрес для переписки:

**630090, г.Новосибирск, пр-кт Ак.  
Лаврентьева, 1, ОИПВД ИТ СО РАН**

(72) Автор(ы):

**Бурдуков Анатолий Петрович (RU),  
Попов Виталий Исакович (RU),  
Попов Юрий Степанович (RU),  
Кузнецов Михаил Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Учреждение Российской академии наук  
Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе  
Сибирского отделения РАН (RU)****(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА КОНДЕНСАЦИИ ВОДЯНОГО ПАРА И  
ОЧИСТКИ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области теплоэнергетики, а более точно - к устройству утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки. Задачей изобретения является повышение эффективности утилизации и очистки выбросов газов. Сущность изобретения: газовый поток входит в предварительную ступень очистки газов, выполненную в виде сухого циклона, а затем - в блок утилизации тепла с основной ступенью очистки, выполненный в виде центробежно-

барботажного аппарата с жидким абсорбентом. При этом центробежно-барботажный аппарат помещен в герметичный кожух, выполненный в виде цилиндрического полого теплообменника, а внутреннее пространство между ним и наружным корпусом утилизатора тепла и наружным корпусом сухого циклона заполнено вакуумно-порошковой изоляцией. Предложенное устройство повышает эффективность утилизации и очистки уходящих газов. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 484 402 C1

RU 2 484 402 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2011139257/06, 26.09.2011**(24) Effective date for property rights:  
**26.09.2011**

Priority:

(22) Date of filing: **26.09.2011**(45) Date of publication: **10.06.2013 Bull. 16**

Mail address:

**630090, g.Novosibirsk, pr-kt Ak. Lavrent'eva, 1,  
OIPVD IT SO RAN**

(72) Inventor(s):

**Burdukov Anatolij Petrovich (RU),  
Popov Vitalij Isakovich (RU),  
Popov Jurij Stepanovich (RU),  
Kuznetsov Mikhail Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Uchrezhdenie Rossijskoj akademii nauk Institut  
teplofiziki im. S.S. Kutateladze Sibirskogo  
otdelenija RAN (RU)**(54) **DEVICE FOR HEAT UTILISATION OF CONDENSATION OF WATER VAPOUR AND CLEANING OF WASTE GASES OF POWER PLANT**

(57) Abstract:

FIELD: power industry.

SUBSTANCE: gas flow enters a preliminary gas cleaning step made in the form a dry cyclone, and then, to the heat utilisation unit with the main cleaning step, which is made in the form of a centrifugal bubbling unit with liquid absorbent. At that, centrifugal bubbling unit is placed into a

sealed casing made in the form of a hollow cylindrical heat exchanger, and inner space between itself and external housing of the heat utilisation unit and external housing of dry cyclone is filled with vacuum powder insulation.

EFFECT: device increases efficiency of utilisation and cleaning of waste gases.

2 cl, 3 dwg

Изобретение относится к области теплоэнергетики, а более точно - к утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки, и может найти применение в химической, металлургической, топливно-энергетической и других отраслях промышленности, связанных с утилизацией и уничтожением вредных для жизнедеятельности человека веществ.

Известно, что дальнейшее повышение эффективности и КПД энергетических комплексов, включая ТЭЦ, связано с использованием тепла конденсации водяного пара из уходящих газов и их глубокой очисткой от вредных для человека веществ (Бурдуков А.П., Дубинский Ю.И., Зубков В.А. Утилизация тепла конденсации водяного пара уходящих газов твердых энергетических топлив. Теплоэнергетика. №2. 1996, с.14-16).

Наиболее близким изобретением по совокупности признаков к заявленному устройству для утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки является система утилизации теплоты и очистки выбросных газов (Патент РФ №2175101 «Система утилизации теплоты и очистки выбросных газов». Кл. F28C 3/16. 2001 г.).

Система включает в себя теплоутилизатор в виде вертикального корпуса с входным и выходным патрубками, разделенный горизонтальной перегородкой на камеры греющей и нагреваемой сред, в которых установлены вертикальные тепловые трубы, размещенные своими конденсаторами в камере нагреваемой среды, и испарителями - в камере греющей среды; средство для очистки газов, выполненное в виде мокрого скруббера Вентури, соединенного своим входом с подводным газоходом энергетической установки, а выходом - с входным патрубком теплоутилизатора; дополнительный мокрый скруббер Вентури, который соединен с трубопроводом подачи дутьевого воздуха и греющей камерой теплоутилизатора.

К недостаткам данного изобретения, принятого за прототип, является то, что данная система не позволяет обеспечить полную утилизацию тепла уходящих газов, а лишь только его часть, оставшуюся после прохождения газами его первой мокрой очистки - основного скруббера Вентури. К тому же мокрая коагуляция частиц пыли в этой первичной ступени не очистит уходящие газы, а, наоборот, усложнит их дальнейшую очистку и утилизацию тепла.

Вторая ступень очистки данной системы имеет следующий недостаток: попавший во внутреннее пространство утилизатора жидкий шлам при его зигзагообразном движении покрывает поверхность испарителей тепловых труб нерастворимым смолянистым нагаром, который снижает эффективность теплообменника.

Задачей заявляемого изобретения является устранение вышеперечисленных недостатков, присущих известной системе, путем создания и реализации принципиально новой конструкции устройства для утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки.

Указанная задача решается за счет новой конструкции устройства для утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки с более эффективной системой утилизации тепла и очистки уходящих газов при минимальных затратах на его реализацию, включая и эксплуатационные затраты.

Устройство для утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки, включающее предварительную ступень очистки, корпус утилизатора с входным и выходным патрубками и блок утилизации тепла с основной ступенью очистки.

Указанный технический результат достигается тем, что предварительная ступень

очистки в предлагаемом устройстве выполнена в виде сухого циклона с тангенциальным щелевым подводом очищаемого газа; блок утилизации тепла с основной ступенью очистки выполнен в виде центробежно-барботажного аппарата с жидким абсорбентом, который гидравлически связан по газу с выходным патрубком 5 сухого циклона с тангенциальным щелевым подводом очищаемого газа и выходным патрубком корпуса утилизатора тепла; центробежно-барботажный аппарат с жидким абсорбентом вертикально установлен над сухим циклоном и заключен в дополнительный защитный герметичный кожух, выполненный в виде полого 10 цилиндрического теплообменника. Указанный технический результат достигается также тем, что пространство, расположенное между корпусом утилизатора тепла и наружным корпусом сухого циклона с защитным кожухом центробежно-барботажного аппарата, выполнено в виде герметичного объема и заполнено вакуумно-порошковой изоляцией.

15 На фиг.1 изображен общий вид (в разрезе) устройства для утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки.

На фиг.2 изображено сечение устройства по А-А на фиг.1. На фиг.3 изображено сечение устройства по Б-Б на фиг.1. Сведения, подтверждающие возможность 20 осуществления заявляемого изобретения с помощью указанного технического результата, состоят в следующем.

Заявляемое изобретение для утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки включает в себя наружный корпус 1 с входным патрубком 2 и выходным патрубком 3, корпус 4 сухого циклона с 25 бункером 5 для сбора твердых частиц и патрубком 6 для их удаления, тангенциальный ввод 7 газа сухого циклона, щелевую решетку 8 для равномерного распределения газа, выходной патрубком 9 сухого циклона, центробежно-барботажный аппарат 10, коллектор 11 с входным патрубком 12 для ввода жидкого абсорбента в центробежно-барботажный аппарат, камеру 13 отработанного абсорбента с патрубком 14 для его 30 вывода, полый цилиндрический теплообменник 15 с патрубком 16 для ввода воды и патрубком 17 для ее вывода и регулировочные конусы 18, 19 сухого циклона. При этом пространство 20, образованное корпусом 1 утилизатора и корпусом 4 сухого циклона с цилиндрическим теплообменником 15 центробежно-барботажного 35 аппарата 10, выполнено в виде вакуумного объема и заполнено вакуумно-порошковой изоляцией (на чертеже не показано).

Данное устройство входит в тепловую схему энергетической установки и подключается непосредственно перед дымососом к выходному газосбросному 40 устройству энергетической установки. Это устройство предназначено для утилизации тепла, которое выбрасывается в атмосферу с дымовыми газами в виде скрытой теплоты парообразования водяных паров, генерируемых как за счет испарения влаги рабочей массы топлива, так и пирогенетически в результате сгорания его горючей массы. На практике для снижения относительной влажности газов, покидающих 45 газоочистное устройство в состоянии полного насыщения водяными парами, к ним подмешивают горячий воздух или часть горячего исходного газа, что с экономической точки зрения не всегда оправдано. При глубоком, ниже температуры начала конденсации водяных паров, охлаждении уходящих газов с помощью данного 50 устройства происходит конденсация водяных паров, как за счет ухода влаги, так и в результате понижения температуры оставшихся газов. При этом двойная система очистки данного устройства, включающая «сухую» и «мокрую» ступени, гарантирует полную очистку уходящих газов как от крупных твердых частиц несгоревшего

топлива, так и от взвешенных мелких частиц (аэрозолей). Выходящие из энергетической установки горячие отходящие газы, находящиеся при температуре 100-160°C, через входной патрубок 2 поступают сразу в тангенциальный ввод 7 сухого циклона. С помощью щелевой решетки 8 газ равномерно распределяется по окружности и закручивается. Под действием центробежной составляющей скорости вихревого потока твердые частицы прижимаются к внутренней стенке корпуса 4 сухого циклона. При взаимодействии со стенкой их скорость уменьшается, и они под действием гравитационной силы двигаются к основанию сухого циклона и попадают в бункер 5, откуда они периодически удаляются из сухого циклона через патрубок 6. В это время основной вихревой поток очищаемого газа, освободившись от твердых частиц, изменяет свое направление на противоположное и поступает в выходной патрубок 9 сухого циклона. Далее очищаемый газ направляется в центробежно-барботажный аппарат 10. Здесь при встрече с жидким абсорбентом уходящие газы не только очищаются окончательно от всех инородных частиц и аэрозолей, но и отдают свое тепло, при этом за счет теплоты фазового перехода происходит дополнительное выделение тепла и охлаждение очищаемого газа. Центробежно-барботажный аппарат в данном случае используется и как мокрый скруббер и как контактный теплообменник (газ-жидкость). Жидкий абсорбент под действием центробежного поля отжимается к периферии, а поступающий очищаемый газ дробит абсорбент до микронных частиц. В результате чего поверхность жидкого абсорбента увеличивается в десятки раз, а его химическая активность возрастает. Следует заметить, что это дробление жидкого абсорбента эффективнее, чем распыление его в мокрых скрубберах Вентури. Поэтому центробежно-барботажный аппарат улавливает микровзвесь, в то время как в мокрых скрубберах Вентури микровзвесь не улавливается, а проскакивает мимо абсорбента. В то же время жидкий абсорбент в центробежно-барботажном аппарате сам разбивает очищаемый газ на мелкие пузырьки, которые распределяются внутри вихревого кольцевого слоя в соответствии со своим весом и объемом и движутся внутри этого кольца по вполне определенным траекториям. При этом пары воды, находящиеся в очищаемом газе, поглощаются жидким абсорбентом и охлаждаются на внутренних поверхностях центробежно-барботажного аппарата и в конечном итоге скапливаются в камере 13 сбора отработанного абсорбента. Далее отработанный жидкий абсорбент через патрубок 14 выводится из центробежно-барботажного аппарата 10 на регенерацию (регенератор условно не показан), а затем через входной патрубок 12 и коллектор 11 вновь вводится в него. При этом все тепло, полученное центробежно-барботажным аппаратом 10 и сухим циклоном от очищаемого газа, поглощается водой теплообменника 15, которое далее через патрубок 17 направляется к потребителю, например, в тепловой насос или возвращается в цикл энергетической установки. Для более эффективной работы теплообменника 15 он окружен вместе с сухим циклоном герметичным объемом, в котором можно поддерживать разрежение как за счет вакуумно-порошковой изоляции, так и за счет подсоединения этого пространства к вакуумному насосу (на чертеже не показано).

Технический эффект от использования предлагаемого изобретения состоит в следующем.

Предложенное устройство для утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки обладает малой металлоемкостью, просто в изготовлении и надежно в эксплуатации. Степень очистки уходящих газов из энергетической установки с помощью данного устройства настолько высока, что

исключает использование других дополнительных аппаратов перед выбросом газов в атмосферу. С экономической точки зрения оно эффективно и надежно в процессе эксплуатации. Экономия от использования данного устройства, особенно при использовании в качестве топлива низкокалорийных бурых углей и водоугольных суспензий, может возникать как за счет утилизации дополнительного тепла, так и за счет уменьшения объема выбрасываемых в атмосферу газов.

Таким образом, изложенные выше сведения показывают, что при использовании заявляемого изобретения выполнена следующая совокупность условий:

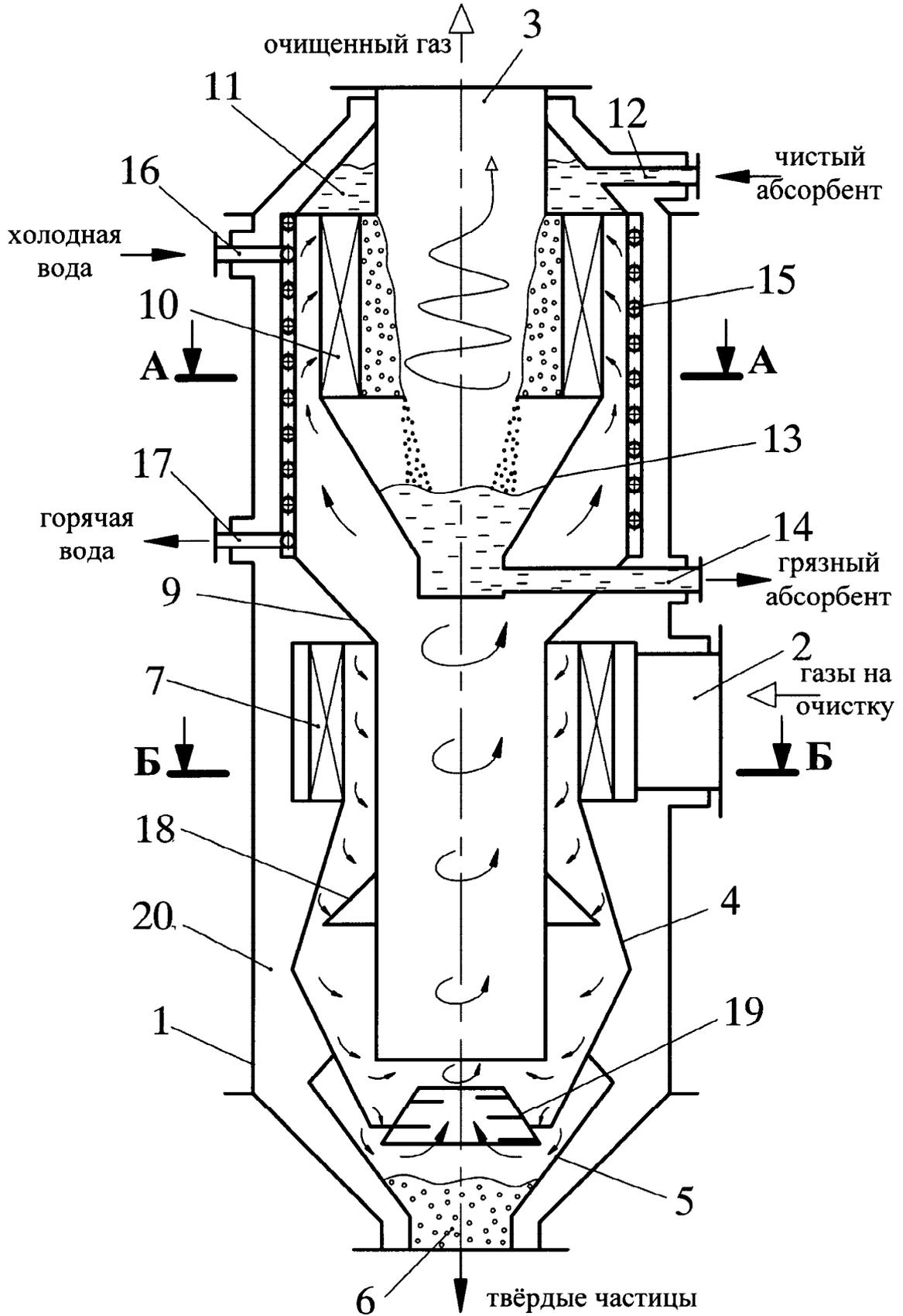
- средство, воплощающее заявляемое изобретение при его осуществлении, предназначено для использования в промышленности, а именно в области теплоэнергетики, в частности в качестве оборудования для утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки;
- для заявляемого изобретения в том виде, как оно охарактеризовано в независимом пункте изложенной формулы изобретения, подтверждена возможность осуществления с помощью вышеописанных в заявке или известных до даты приоритета средств и методов;
- средства, воплощающие заявляемое изобретение при его осуществлении, способны обеспечить достижение усматриваемого заявителем технического результата.

Преимущество заявляемого изобретения состоит в том, что в результате его осуществления повышается степень очистки уходящих газов и эффективность утилизации их тепла, а простота изготовления его конструкции существенно понижает все виды затрат по очистке и утилизации тепла уходящих газов, включая эксплуатационные, обеспечивая при этом высокую степень надежности.

#### Формула изобретения

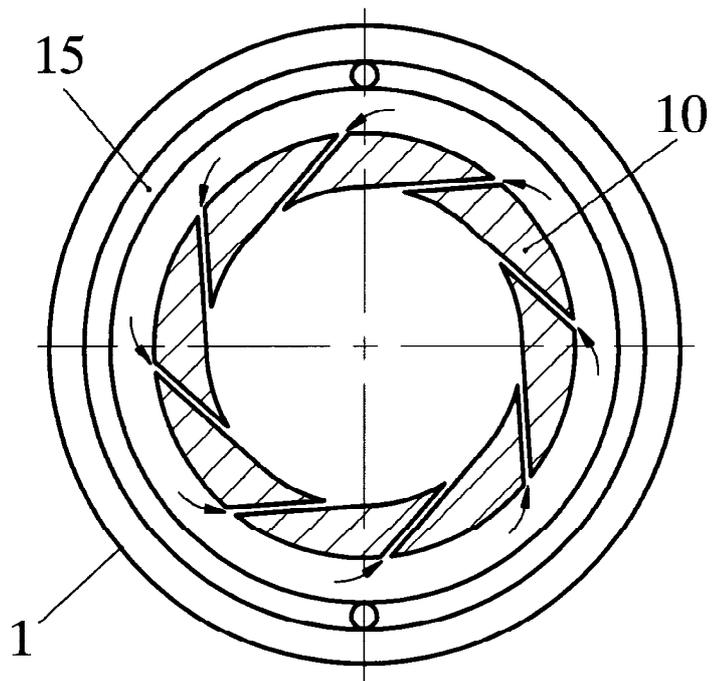
1. Устройство для утилизации тепла конденсации водяного пара и очистки уходящих газов энергетической установки, включающее предварительную ступень очистки, корпус утилизатора с входным и выходным патрубками и блок утилизации тепла с основной ступенью очистки, отличающееся тем, что предварительная ступень очистки в нем выполнена в виде сухого циклона с тангенциальным щелевым подводом очищаемого газа, а блок утилизации тепла с основной ступенью очистки выполнен в виде центробежно-барботажного аппарата с жидким абсорбентом, который гидравлически связан по газу с выходным патрубком сухого циклона с тангенциальным щелевым подводом очищаемого газа и выходным патрубком корпуса утилизатора тепла, при этом центробежно-барботажный аппарат с жидким абсорбентом вертикально установлен над сухим циклоном и заключен в дополнительный, защитный герметичный кожух, выполненный в виде полого цилиндрического теплообменника.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что пространство, расположенное между корпусом утилизатора тепла и наружным корпусом сухого циклона с защитным кожухом центробежно-барботажного аппарата, выполнено в виде вакуумного объема и заполнено вакуумно-порошковой изоляцией.



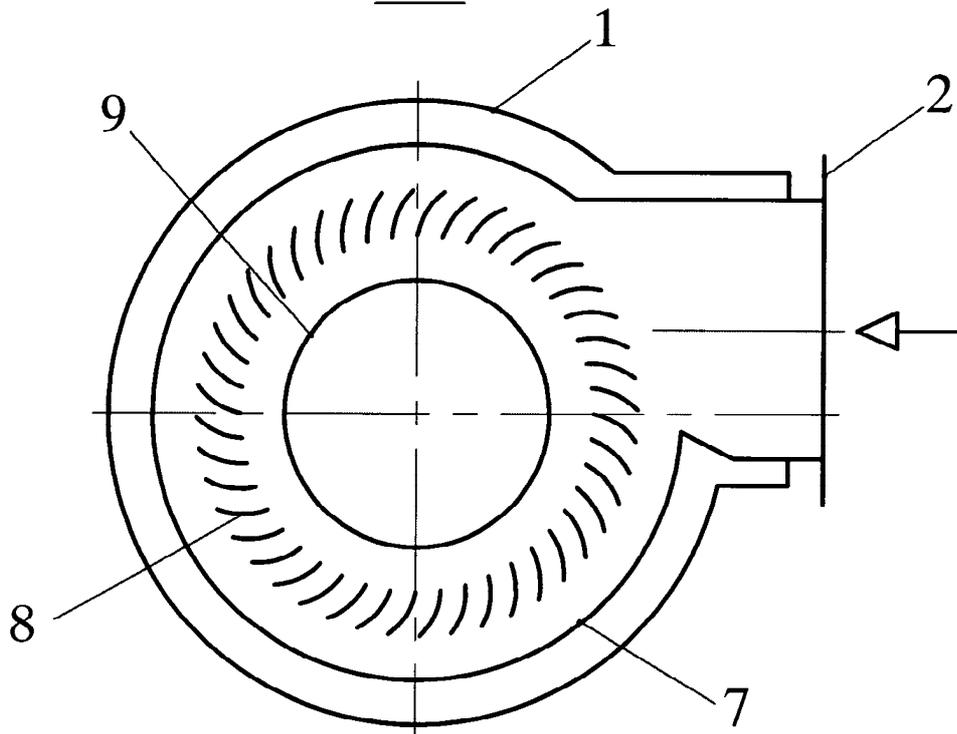
Фиг. 1

A-A



Фиг. 2

Б-Б



Фиг. 3