

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **047790**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.09.10**

(21) Номер заявки  
**202393191**

(22) Дата подачи заявки  
**2023.11.20**

(51) Int. Cl. **F27B 15/18** (2006.01)  
**C22B 1/10** (2006.01)  
**G05D 27/00** (2006.01)

---

(54) **АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВСТРЯХИВАНИЯ СЛОЯ ПЕЧИ КИПЯЩЕГО СЛОЯ ВОЗДУХОМ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

---

(43) **2024.09.09**

(96) **KZ2023/087 (KZ) 2023.11.20**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ТОВАРИЩЕСТВО  
С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
"КАЗЦИНК" (KZ)**

(72) Изобретатель:  
**Классен Эдуард Артурович, Азекенов  
Турарбек Анарбекович, Токжигитов  
Тимур Сейсенгазинович (KZ)**

(74) Представитель:  
**Кадыров Ж.Н. (KZ)**

(56) RU-C1-2796772  
KR-A-2016057254  
RU-C2-2265779  
US-C-4242077

ВОЛОШИН С.Б. НЕКОТОРЫЕ  
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ  
АСУТП ОБЖИГА СУЛЬФИДНЫХ  
КОНЦЕНТРАТОРОВ В ПЕЧАХ КИПЯЩЕГО  
СЛОЯ, 2017-06-10, [онлайн] [найдено 2024-03-15].  
Найдено в <<https://refdb.ru/look/1442753.html>>

(57) Изобретение относится к металлургии, в частности к печам кипящего слоя (КС), и предназначено для автоматического встряхивания слоя печи КС воздухом высокого давления для исключения предаварийных ситуаций и непредвиденных остановок работы печи КС при переработке сульфидных концентратов с высокой, от 6,0 до 10,0%, суммой примесей Pb+Cu+SiO<sub>2</sub>. Технический результат от использования предлагаемого изобретения заключается в расширении функциональных возможностей печи КС за счёт обеспечения в автоматическом режиме пневматического встряхивания слоя печи КС воздухом высокого давления, предотвращения укрупнения слоя печи и разрушения спеков печи с последующей выгрузкой из печи крупных фракций и обеспечения стабильной работы печи КС в условиях загрузки в ней концентратов с суммой примесей Pb+Cu+SiO<sub>2</sub> от 6,0 до 10,0%. В состав системы дополнительно включён коллектор переменного давления с возможностью дополнительного управляемого периодического, за счёт управления пневмоклапанами, подключения сопел к централизованной цеховой или локально-автономной системе выработки и подачи сжатого осушенного воздуха высокого давления, например 4,0-5,0 кгс/см<sup>2</sup> к соплам каждого сектора печи кипящего слоя, при этом к сети высокого давления подключены периодически чередующиеся через каждые три ряда сужающиеся от периферии к центру и ориентированные в пределах треугольного углового пространства сектора ряды сопел, в состав системы также дополнительно включены расположенные в каждом секторе подины печи кипящего слоя датчики температуры кипящего слоя, расположенные на термопарах датчики вибрации и микропроцессорное устройство управления.

**B1****047790****047790****B1**

Изобретение относится к металлургии, в частности к печам кипящего слоя (КС), и предназначено для автоматического встряхивания слоя печи КС воздухом высокого давления для исключения предаварийных ситуаций и непредвиденных остановок работы печи КС при переработке сульфидных концентратов с высокой, от 6,0% до 10,0%, суммой примесей Pb + Cu + SiO<sub>2</sub>.

Известны конструкции печей КС для обжига сульфидных концентратов, например, печь кипящего слоя по Пат. РФ № 2027966, МПК F27B 15/00, опубл. 27.01.1995 г., печь кипящего слоя по Пат. РФ № 2310145, МПК F27B 15/00, опубл. в БИ № 31, 2007 г. и другие, общим недостатком которых является отсутствие возможности (технических средств) для внедрения предлагаемой автоматической системы пневматического встряхивания слоя печи КС воздухом высокого давления.

В цветной металлургии известны автоматические системы регулирования процесса обжига в кипящем слое, например:

1) способ автоматического регулирования процесса обжига серосодержащего сырья в печах с кипящим слоем по А.с. СССР № 378696, МПК F27B 15/18, B01J 9/18, опубл. в БИ № 19, 1973 г.;

2) способ автоматического регулирования процесса обжига в печах с кипящим слоем по А.с. СССР № 388186, МПК F27B 15/18, G05D 27/00, опубл. в БИ № 28, 1973 г.;

3) устройство для автоматического регулирования процесса обжига в кипящем слое по А.с. СССР № 389378, МПК F27B 15/18, G05D 27/00, опубл. в БИ № 29, 1973 г.;

4) способ автоматического управления процессом обжига в печах с кипящим слоем по А.с. СССР № 421876, МПК F27B 15/00, G05D 27/00, опубл. в БИ № 12, 1974 г.;

5) способ автоматического регулирования процесса обжига в печах кипящего слоя по А.с. СССР № 445812, МПК F27B 15/00, G05D 27/00, опубл. в БИ № 37, 1974 г.;

6) способ автоматического управления реактором с кипящим слоем по А.с. СССР № 497044, МПК B01J 9/18, G05D 27/00, опубл. в БИ № 48, 1975 г.;

7) способ автоматического управления процессом обжига в кипящем слое по А.с. СССР № 507660, МПК C22B 1/10, опубл. в БИ № 11, 1976 г.;

8) способ автоматического регулирования процесса обжига серосодержащего сырья в печах с кипящим слоем по А.с. СССР № 524060, МПК F27B 15/18, G05D 27/00, опубл. в БИ № 29, 1976 г.;

9) устройство для регулирования температуры обжига алунита в кипящем слое по А.с. СССР № 524962, МПК F27B 15/00, G05D 27/00, опубл. в БИ № 30, 1976 г.;

10) способ дискретного автоматического управления процессом кислого выщелачивания в кипящем слое по А.с. СССР № 847695, МПК C22B 19/22, опубл. в БИ № 43, 1983 г.;

11) устройство управления процессом очистки цинковых растворов от примесей по А.с. СССР № 857287, МПК C22B 19/26, G05D 27/00, опубл. в БИ № 31, 1981 г.;

12) способ автоматического управления процессом обжига сульфидных материалов в кипящем слое по А.с. СССР № 877293, МПК F27B 15/18, опубл. в БИ № 40, 1981 г.;

13) способ автоматического регулирования процесса обжига серосодержащего сырья в печах кипящего слоя по А.с. СССР № 893857, МПК C01B 17/74, G05D 27/00, опубл. в БИ № 48, 1981 г.;

14) способ автоматического регулирования процесса обжига в печах с кипящим слоем по А.с. СССР № 894313, МПК F27B 15/18, опубл. в БИ № 48, 1981 г.;

15) способ автоматического регулирования процесса обжига в многозонных печах с кипящим слоем по А.с. СССР № 898246, МПК F27B 15/18, G05D 27/00, опубл. в БИ № 2, 1982 г.;

16) способ автоматического управления процессом обжига в кипящем слое по А.с. СССР № 911106, МПК F27B 15/18, опубл. в БИ № 9, 1982 г.;

17) способ автоматического регулирования процесса обжига в печи с кипящим слоем по А.с. СССР № 953412, МПК F27B 15/18, опубл. в БИ № 31, 1982 г.;

18) способ остановки печи обжига шихты в кипящем слое по А.с. СССР № 1310443, МПК C22B 1/10, G05D 27/00, опубл. в БИ № 18, 1987 г.;

19) способ управления процессом обжига сульфидных материалов в печи кипящего слоя по А.с. СССР № 1752726, МПК C01B 17/74, опубл. в БИ № 29, 1992 г.;

20) способ регулирования процесса обжига клинкера в модуле обжига по А.с. СССР № 1796855, МПК F27B 15/18, опубл. в БИ № 7, 1993 г.;

21) способ автоматического управления процессом обжига никелевого концентрата с оборотами в кипящем слое по А.с. СССР № 1797681, МПК F27B 15/18, C22B 1/10, опубл. в БИ № 7, 1993 г.;

22) способ управления процессом обжига клинкера по А.с. СССР № 1827514, МПК F27B 15/18, опубл. в БИ № 26, 1993 г.;

23) способ автоматического управления процессом обжига металлургического сырья в печи кипящего слоя по Пат. РФ № 2265779, МПК F27B 15/18, G05D 27/00, опубл. в БИ № 34, 2005 г.;

24) способ управления процессом обжига металлургического сырья в печи кипящего слоя и её остановки по Пат. РФ № 2293936, МПК F27B 15/18, C22B 1/10, опубл. в БИ № 22, 2006 г. и другие.

Общим их недостатком являются ограниченные функциональные возможности, не позволяющие реализовать гидрометаллургический способ получения цинка за счёт обжига сульфидных цинковых концентратов с высокой суммой примесей Pb + Cu + SiO<sub>2</sub>, доходящей от 6,0% до 10,0% в печах кипящего слоя.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является техническое решение, полученное в результате работы первой опытно-промышленной печи КС-1 в 1952 г. на заводе "Электроцинк" (Обжиг цинковых концентратов в кипящем слое/ Под общ. ред Г.Я. Лайзеровича. М.: Гос. науч.-технич. изд-во литературы по чёрной и цветной металлургии, 1959. - с. 77-82). Данное техническое решение принято за прототип к предлагаемому.

В известной опытно-промышленной печи применялась воздушная коробка с семью разделёнными секторами, выполненная с возможностью подачи разного количества воздуха от воздуходувной машины в определённый сектор печи.

Недостатком известного технического решения являются ограниченные функциональные возможности, в частности отсутствие возможности переработки сульфидных концентратов с высокой степенью примесей Pb + Cu + SiO<sub>2</sub> (от 6,0% до 10,0%) без остановки печи КС.

В известном техническом решении (прототипе) при столь высокой сумме примесей для поддержания слоя уже полностью использован весь потенциал штатных воздуходувных машин. Кроме того, разделение в промышленных условиях воздушной коробки печи на герметичные сектора влечёт за собой трудоёмкий монтаж и чистку воздушной коробки, так как кроме самих перегородок потребуется столько же люков для доступа в коробку.

Технический результат от использования предлагаемого изобретения заключается в расширении функциональных возможностей печи КС за счёт обеспечения в автоматическом режиме пневматического встряхивания слоя печи КС воздухом высокого давления, предотвращения укрупнения слоя печи и разрушения спеков печи с последующей выгрузкой из печи крупных фракций и обеспечения стабильной работы печи КС в условиях загрузки в ней концентратов с суммой примесей Pb + Cu + SiO<sub>2</sub> от 6,0% до 10,0%.

Указанный технический результат достигнут за счёт того, что в автоматическую систему пневматического встряхивания слоя печи кипящего слоя воздухом высокого давления, содержащую размещённую в корпусе печи воздушную коробку с равномерно по окружности расположенными треугольными секторами с размещёнными в них ориентированными в радиально-угловом направлении рядами сопел, соединённую с соплами каждого сектора воздуходувную машину с возможностью подвода воздуха давлением 0,7-0,8 кгс/см<sup>2</sup>, дополнительно включён коллектор переменного давления с возможностью дополнительного управляемого периодического, за счёт управления пневмоклапанами, подключения сопел к централизованной цеховой или локально-автономной системе выработки и подачи сжатого осушенного воздуха высокого давления, например, 4,0-5,0 кгс /см<sup>2</sup> к соплам каждого сектора печи кипящего слоя, при этом к сети высокого давления подключены периодически чередующиеся через каждые три ряда сужающиеся от периферии к центру и ориентированные в пределах треугольного углового пространства сектора ряды сопел, в состав системы также дополнительно включены расположенные в каждом секторе подины печи кипящего слоя датчики температуры кипящего слоя, выполненные в виде, например, термопар измерения температуры слоя печи, расположенные на термопарах датчики вибрации и микропроцессорное устройство управления, при этом выходы термопар и датчиков вибрации через усилительно-преобразовательные устройства подключены ко входу микропроцессорного устройства управления, выход которого связан через преобразовательное устройство со входом коллектора переменного давления.

Изобретение дополнительно иллюстрировано, где на фиг. 1 схематично изображена автоматическая система пневматического встряхивания слоя печи кипящего слоя (КС); на фиг. 2 - разрез по А-А по фиг. 1; на фиг. 3 - схема подключения сопел через дистанционно управляемую систему клапанов к коллектору переменного давления; на фиг. 4 - схематичное изображение одного из секторов подины.

Автоматическая система пневматического встряхивания слоя печи КС воздухом высокого давления содержит размещённую в корпусе 1 печи воздушную коробку с равномерно по окружности треугольными секторами, например, восемь (фиг. 2-4), каждый из которых занимает угловое пространство 45°. В секторах расположены ориентированные в радиально-угловом направлении ряды сопел 2. Сопла 2 каждого сектора соединены с воздуходувной машиной, обеспечивающей подвод в воздушную коробку воздуха давлением 0,7-0,8 кгс/см<sup>2</sup>.

В соответствии с предлагаемым изобретением в состав системы дополнительно включён коллектор 3 переменного давления с возможностью дополнительного управляемого (через дистанционно управляемую систему клапанов 4) периодического подключения сопел к централизованной цеховой (при наличии) или локально-автономной системе (например, через компрессор 5 высокого давления) выработки и подачи сжатого осушенного воздуха высокого давления, например, 4,0-5,0 кгс/см<sup>2</sup>.

При этом к сети высокого давления (к компрессору 5) подключены периодически чередующиеся через каждые три ряда сужающиеся от периферии к центру и ориентированные в пределах треугольного углового пространства сектора ряды сопел 6 (фиг. 3, 4).

В состав системы также дополнительно включены расположенные в каждом секторе подины печи КС датчики температуры кипящего слоя, выполненные в виде, например, термопар 7 измерения температуры слоя печи, расположенные с внешней стороны на термопарах датчики вибрации 8, например, мод. Delta-V, а также микропроцессорное устройство управления 9. При этом, выходы термопар 7 и датчиков вибрации 8 через усилительно-преобразовательные устройства 10 подключены ко входу микро-

процессорного устройства управления 9, выход которого связан через преобразовательное устройство 11 со входом коллектора 3 переменного давления.

Поз.12 обозначена воздуходувная машина; поз.13 - холодильник печи.

Обжиг сульфидных цинковых концентратов в печи КС неотъемлемый процесс гидрометаллургического способа получения цинка. В печь КС загружают для дальнейшей переработки сульфидные концентраты, в том числе с высокой суммой примесей  $Pb + Cu + SiO_2$ , общее количество которых может составлять от 6,0% до 10,0%. При этом шихта печей КС представляет собой смесь сульфидных цинковых концентратов из разных горно-обогатительных комбинатов. Наличие в их составе примесей, таких как железо, медь, свинец в виде минералов пирита, марматита, халькопирита, ковелина и галенита, влияют на процесс обжига. Дополнительное присутствие в концентратах пустой породы в виде соединений кремния, алюминия, магния и кальция также вносит изменения в поведение концентратов при обжиге. При этом стандартная технология обжига в печах КС, а также конструкция самих печей (как в известных аналогах и прототипе) позволяет перерабатывать сульфидные концентраты с максимальной суммой примесей  $Pb + Cu + SiO_2$  (не более 5%). Дальнейшее же увеличение суммы этих примесей, особенно  $Pb$ , ведёт к образованию жидких эвтектик в кипящем слое и интенсивное укрупнение слоя в печах, что приводит к предаварийной (непредвиденной) остановке работы печи КС.

В этих условиях предложенная в соответствии с настоящим изобретением автоматическая система позволит с упреждением в критический момент укрупнения слоя разрушить спеки в печи и в дальнейшем, удалить (выгрузить из печи) крупную фракцию (от 2,0-3,0 мм до 10,0 мм), обеспечить стабильную работу печи КС даже с условием загрузки в неё концентратов с суммой примесей  $Pb + Cu + SiO_2$  до 6%-7%.

В предложенной автоматической системе система подачи воздуха высокого давления (4,0-5,0  $кГс/см^2$ ) комбинируется (взаимодействует) с существующей системой подачи воздуха на печь КС от воздуходувной машины 12. При этом, сама печь КС и холодильник печи 13 оборудуются дополнительной пневматической системой (коллектором 3 переменного давления, дистанционно управляемой системой клапанов 4, трубной разводкой внутри воздушной коробки печи КС) обеспечивающая периодическое посекторное распределение воздуха от воздуходувной машины давлением 0,7-0,8  $кГс/см^2$  и дополнительную посекторную подачу через сопла 6 в требуемое треугольное угловое пространство воздуха высокого давления 4,0-5,0  $кГс/см^2$ .

Автоматическая система функционирует следующим образом.

С помощью термопар 7 и датчиков вибрации 9 осуществляется непрерывный контроль температуры слоя печи и уровень вибрации слоя в каждом секторе. Информация от термопар 7 и датчиков вибрации 8 после преобразования в устройстве 10 (усиления и преобразования аналоговых сигналов в код) поступает в микропроцессорное устройство управления 9, в котором по принятому алгоритму преобразования сигналов выявляется ухудшение работы слоя печи в отдельном (идентифицированном) секторе подины печи КС. Ухудшение работы слоя печи в отдельном секторе идентифицируется по снижению температуры слоя печи и по одновременному снижению уровня вибрации.

По команде от устройства 9 сигнал, после преобразователя в устройстве 11 (превращения в аналоговый управляющий сигнал) подаётся на коллектор 3 переменного давления, который через систему управляемых клапанов 4 подключает сопла 6 идентифицированного сектора к компрессору 5 высокого давления. в результате чего воздух высокого давления (4,0-5,0  $кГс/см^2$ ) направленно поступает в данный сектор подины печи КС.

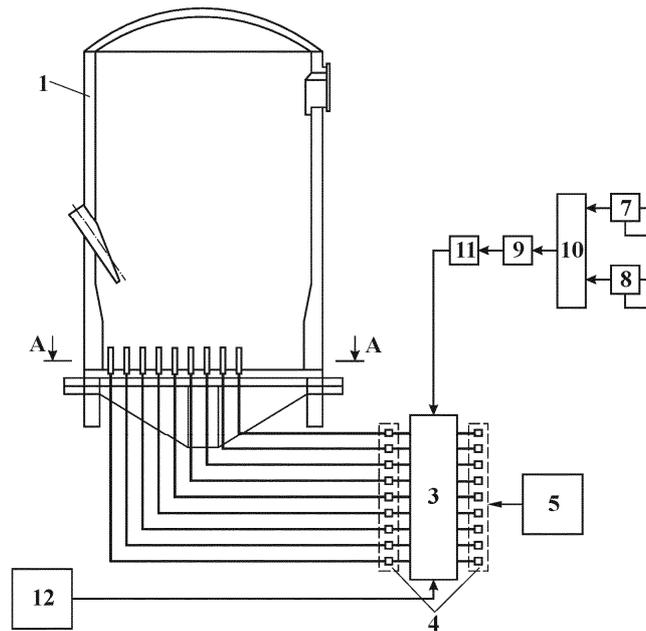
Периодическая подача воздуха высокого давления в тот или иной сектор подины печи, где с помощью термопар 7 и датчиков вибрации 8 выявлено ухудшение работы слоя печи осуществляется принудительное периодическое пневматическое встряхивание слоя печи воздухом высокого давления, обновление слоя печи КС за счёт вывода крупной фракции огарка, разрушение спеков в печи с обеспечением безостановочной стабильной работы печи КС даже при переработке сульфидных концентратов с высокой суммой примесей  $Pb + Cu + SiO_2$  (от 6,0% до 10,0%).

Предложенная система за счёт целенаправленного посекторного включения подачи сжатого воздуха высокого давления позволит также обеспечить направленное движение крупных фракций в сторону загрузки из печи КС. При этом, за счёт направленного кругового движения, крупный огарок поступает в холодильник 13 печи КС. Холодильник 13 так же, как и сама печь оборудован комбинированной системой подачи воздуха (обычного и высокого давления). Выгрузка крупных огарков из холодильника 13 производится донным выпуском (на чертеже не показан).

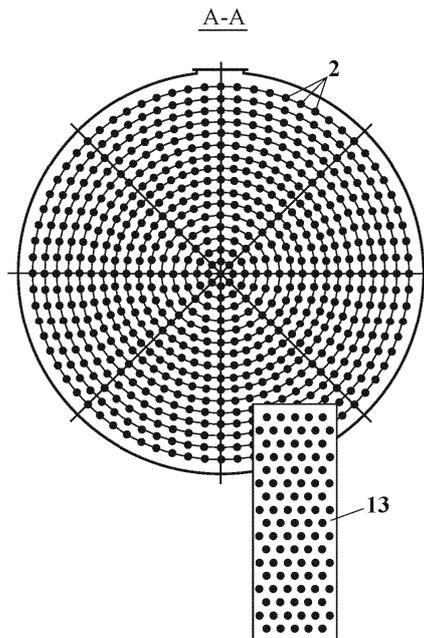
#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Автоматическая система пневматического встряхивания слоя печи кипящего слоя воздухом высокого давления, содержащая размещённую в корпусе печи воздушную коробку с равномерно по окружности расположенными треугольными секторами с размещёнными в них ориентированными в радиально-угловом направлении рядами сопел, соединённую с соплами каждого сектора воздуходувную машину с возможностью подвода воздуха давлением 0,7-0,8  $кГс/см^2$ , отличающаяся тем, что в состав системы до-

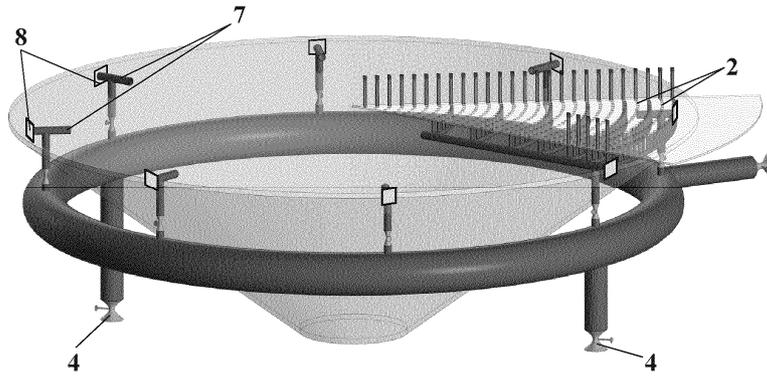
полнительно включён коллектор переменного давления с возможностью дополнительного управляемого периодического, за счёт управления пневмоклапанами, подключения сопел к централизованной цеховой или локально-автономной системе выработки и подачи сжатого осушенного воздуха высокого давления, например,  $4,0-5,0 \text{ кгс/см}^2$  к соплам каждого сектора печи кипящего слоя, при этом к сети высокого давления подключены периодически чередующиеся через каждые три ряда сужающиеся от периферии к центру и ориентированные в пределах треугольного углового пространства сектора ряды сопел, в состав системы также дополнительно включены расположенные в каждом секторе подины печи кипящего слоя датчики температуры кипящего слоя, выполненные в виде, например, термопар измерения температуры слоя печи, расположенные на термопарах датчики вибрации и микропроцессорное устройство управления, при этом выходы термопар и датчиков вибрации через усилительно-преобразовательные устройства подключены ко входу микропроцессорного устройства управления, выход которого связан через преобразовательное устройство со входом коллектора переменного давления.



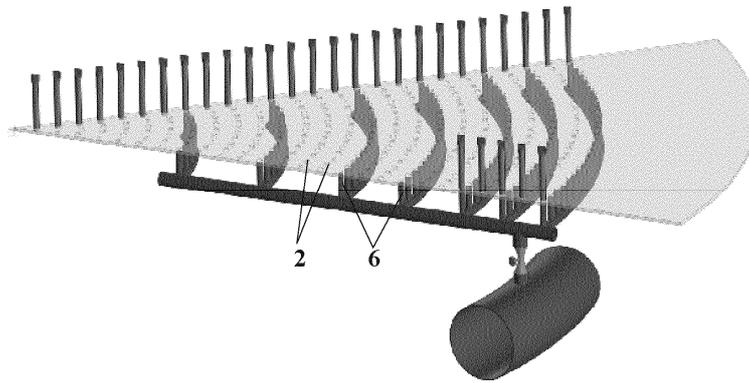
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4