

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039337**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

- (45) Дата публикации и выдачи патента
2022.01.14
- (21) Номер заявки
202091511
- (22) Дата подачи заявки
2018.12.19
- (51) Int. Cl. **F04D 29/22** (2006.01)
F04D 29/40 (2006.01)
B02C 23/00 (2006.01)
B02C 4/30 (2006.01)
B02C 25/00 (2006.01)

(54) **КОМПОЗИТНЫЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ И СПОСОБ ЕГО
ИЗГОТОВЛЕНИЯ**

- (31) **2017905071**
- (32) **2017.12.19**
- (33) **AU**
- (43) **2020.09.30**
- (86) **PCT/AU2018/051364**
- (87) **WO 2019/119043 2019.06.27**
- (71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**УЭЙР МИНЕРАЛЗ ОСТРЭЙЛИА
ЛТД (AU)**
- (72) Изобретатель:
**Маршалл Стивен Хенри, Люсе
Тимоти Джастин (AU), Дженкинс
Ли (GB), Космицкий Рэнди Джеймс,
Буржуа Роналд Джозеф (US)**
- (74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)
- (56) **US-A1-20120312907
JP-A-60040661
JP-A-59215998
CN-A-107150210**

-
- (57) Способ изготовления композитного металлического изделия и/или композитного металлического изнашиваемого компонента. Способ включает следующие этапы, на которых осуществляют литье компонента, состоящего из композиции основного металла, при этом одну или более полостей формируют в компоненте во время литья; вставку износостойкой композиции в твердом виде в одну или более полостей, сформированных в компоненте, состоящем из композиции основного металла; и прикрепление износостойкой композиции в одной или более полостей компонента, состоящего из композиции основного металла, чтобы сформировать композитное металлическое изделие.

B1

039337

039337

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится в общем к композитному металлическому компоненту и способу его изготовления.

Уровень техники

Различные технологические этапы в промышленности переработки минерального сырья включают эрозионный контакт с компонентами оборудования, что приводит к значительному износу до такой степени, что требуется частая замена. Однако часто износ компонента является неравномерным, в зависимости от характера технологического этапа.

Например, в процессе перекачивания абразивных шламов ограничивающим фактором в отношении срока службы до износа компонента проточной части насоса может быть локальный износ в виде глубокого абразивного истирания или очень высокие скорости износа в определенных местах, даже если другие участки этого же компонента могут подвергаться износу с относительно низкой скоростью. Конкретные примеры включают в себя (но не ограничиваясь этим) передний край рабочего колеса шламового насоса и водорез футеровки шламового насоса (также известной как улита).

Один из подходов к решению этой проблемы на примере рабочих колес насосов заключается в изготовлении рабочего колеса, которое включает размещение обладающих высокой износостойкостью материалов особой формы в определенных местах во время изготовления рабочего колеса, которые подвергаются во время работы условиям сильного износа, при этом сохраняя относительно более дешевый металл в некритических областях рабочего колеса. Однако этот подход может добавить значительную стоимость, в частности, если износостойкий компонент изготовлен из дорогого износостойкого материала, и требует изготовления сложных трехмерных форм, чтобы соответствовать требованиям гидравлической конструкции рабочих колес.

Другой попыткой обеспечить локальную защиту от износа для изнашиваемых компонентов является использование сварных накладок или других подобных облицовке способов, когда тонкий слой износостойкого материала накладывается на металлический компонент, состоящий из более дешевого металлического материала. Однако хотя эти способы могут работать при наложении тонкого слоя износостойкого материала на изнашиваемые компоненты с плоскими поверхностями, изнашиваемые компоненты сложной формы, такие как рабочее колесо насоса или футеровка насоса, с трудом поддаются этому способу.

Кроме того, многие другие изнашиваемые компоненты, используемые в оборудовании для переработки минерального сырья, таком как дробилки и мельницы, также страдают от преждевременного выхода из строя из-за локального износа.

Предполагается, что настоящее изобретение также будет полезным для этих типов оборудования.

Настоящее изобретение направлено на создание относительно дешевого композитного металлического изнашиваемого компонента и способа его изготовления, которые обеспечивают изнашиваемый компонент, включающий в себя локальную защиту от износа, для использования в промышленности переработки минерального сырья.

Сущность изобретения

Согласно одному аспекту предлагается способ изготовления композитного металлического изделия, включающий следующие этапы, на которых осуществляют:

- (i) литье компонента, состоящего из композиции основного металла, при этом одну или более полостей формируют в компоненте во время литья;
- (ii) вставку износостойкой композиции в твердом виде в одну или более полостей, сформированных в компоненте, состоящем из композиции основного металла; и
- (iii) прикрепление износостойкой композиции в одной или более полостей компонента, состоящего из композиции основного металла, чтобы сформировать композитное металлическое изделие.

В некоторых вариантах осуществления этап (i) литья включает следующие этапы, на которых осуществляют:

- (ia) размещение одной или более формирующих полость частей в литейной форме для компонента;
- (ib) ввод композиции основного металла в жидком виде в литейную форму, в результате чего композиция основного металла окружает одну или более формирующих полость частей; и
- (ic) обеспечение возможности композиции основного металла в литейной форме охлаждаться и отвердевать, формируя компонент, состоящий из композиции основного металла.

В некоторых вариантах осуществления одна или более формирующих полость частей состоят из материала, имеющего коэффициент теплового расширения подобный или, по существу, такой же, как коэффициент теплового расширения композиции основного металла.

В некоторых вариантах осуществления одну или более формирующих полость частей удаляют из композиции основного металла, чтобы открыть одну или более полостей, после этапа (ic).

В некоторых вариантах осуществления одну или более формирующих полость частей удаляют из композиции основного металла с помощью сверления и/или другой механической обработки компонента, состоящего из композиции основного металла, после этапа (ic).

В некоторых вариантах осуществления одна или более формирующих полость частей состоят из

материала, выбираемого из стали или другого металлического сплава, углерода или графита.

В некоторых вариантах осуществления одна или более формирующих полость частей, по меньшей мере частично, фрагментируются, когда композиция основного металла в литейной форме отвердевает, из-за усадки композиции основного металла во время этапа (ic).

В некоторых вариантах осуществления одна или более формирующих полость частей включают в себя полый центр.

В некоторых вариантах осуществления одна или более формирующих полость частей имеют более высокую температуру точки размягчения, чем температура заливки жидкой композиции основного металла.

В некоторых вариантах осуществления одна или более формирующих полость частей имеют цилиндрическую или кубовидную форму.

В некоторых вариантах осуществления компонент, состоящий из композиции основного металла, после удаления одной или более формирующих полость частей из компонента, состоящего из композиции основного металла, подвергаются термической обработке и/или отпуску, чтобы удалить любые остаточные напряжения, возникающие в результате формирования одной или более полостей.

В некоторых вариантах осуществления композицию основного металла выбирают из чугуна с высоким содержанием хрома.

В некоторых вариантах осуществления износостойкая композиция имеет более высокую износостойкость, чем композиция основного металла.

В некоторых вариантах осуществления износостойкую композицию выбирают из карбида вольфрама. В одном варианте карбид вольфрама имеет крупный размер зерна. В другом варианте размер зерна карбида вольфрама составляет от 2 до 6 мкм.

В некоторых вариантах осуществления износостойкая композиция имеет цилиндрическую, кубовидную или пуговичную форму.

В некоторых вариантах осуществления износостойкая композиция прикреплена в одной или более полостей в основном металле посредством адгезива или методом пайки.

В некоторых вариантах осуществления композитное металлическое изделие представляет собой изнашиваемый компонент.

В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей расположены внутри корпуса композитного металлического изделия рядом с поверхностью износа изнашиваемого компонента.

В некоторых вариантах осуществления изнашиваемый компонент представляет собой часть устройства, используемого в переработке минерального сырья. В этих вариантах устройство, используемое в переработке минерального сырья, может быть выбрано из центробежного шламового насоса, мельницы, дробилки или износной пластины.

В некоторых вариантах осуществления изнашиваемый компонент выбирают из рабочего колеса шламового насоса или футеровки для центробежного шламового насоса.

Согласно другому аспекту предлагается композитное металлическое изделие, изготовленное с использованием описываемого здесь способа.

Согласно другому аспекту предлагается композитный металлический изнашиваемый компонент, включающий в себя

основную корпусную часть, состоящую из композиции основного металла, причем основная корпусная часть включает в себя одну или более полостей, расположенных в ней; и

износостойкую композицию, прикрепленную, по меньшей мере частично, внутри одной или более полостей основной корпусной части,

при этом одну или более полостей формируют во время литья основной корпусной части.

В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей расположены внутри основной корпусной части композитного изнашиваемого компонента рядом с поверхностью износа композитного металлического изнашиваемого компонента.

В некоторых вариантах осуществления композитный металлический изнашиваемый компонент представляет собой часть устройства, используемого в переработке минерального сырья. Устройство, используемое в переработке минерального сырья, может быть выбрано из центробежного шламового насоса, мельницы, дробилки или износной пластины.

Согласно другому аспекту предлагается композитный металлический изнашиваемый компонент для использования с центробежным шламовым насосом, включающий в себя

основную корпусную часть, состоящую из композиции основного металла, причем основная корпусная часть включает в себя одну или более полостей, расположенных в ней; и

износостойкую композицию, прикрепленную, по меньшей мере частично, внутри одной или более полостей основной корпусной части.

В некоторых вариантах осуществления одну или более полостей формируют во время литья основной корпусной части, или одну или более полостей формируют с помощью механической обработки в основной корпусной части.

В некоторых вариантах осуществления композитный металлический изнашиваемый компонент

представляет собой рабочее колесо шламowego насоса или футеровку для центробежного шламowego насоса.

Согласно другому аспекту предлагается рабочее колесо шламowego насоса, включающее в себя задний диск с внутренней основной поверхностью с наружным периферийным краем и центральной осью, множество насосных лопаток, продолжающихся от внутренней основной поверхности заднего диска, причем насосные лопатки расположены на расстоянии друг от друга, каждая насосная лопатка включает в себя противоположные основные боковые поверхности, передний край в области центральной оси и задний край в области наружного периферийного края заднего диска с проходом между соседними насосными лопатками, при этом насосные лопатки включают в себя одну или более полостей, расположенных в них, и при этом износостойкая композиция прикреплена, по меньшей мере частично, внутри одной или более полостей.

В некоторых вариантах осуществления рабочее колесо шламowego насоса включает в себя передний диск, имеющий внутреннюю основную поверхность, при этом множество насосных лопаток продолжают между внутренними основными поверхностями заднего и переднего дисков.

В некоторых вариантах осуществления каждая из множества насосных лопаток включает в себя по меньшей мере одну полость. В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей расположены внутри корпусной части каждой из множества насосных лопаток, в результате чего износостойкая композиция не открыта для прохода между соседними насосными лопатками.

В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей включают в себя отверстие, расположенное в верхней поверхности множества насосных лопаток между противоположными основными боковыми поверхностями и на удалении от заднего диска.

В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей продолжают через корпусную часть каждой из множества насосных лопаток от отверстия в направлении заднего диска.

В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей продолжают через корпусную часть каждой из множества насосных лопаток от отверстия до линии, на которой множество насосных лопаток встречаются с задним диском.

В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей расположены проксимально относительно переднего края множества насосных лопаток.

В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей расположены в пределах от около 5 до около 25 мм от переднего края множества насосных лопаток.

В некоторых вариантах осуществления износостойкая композиция постепенно открывается, когда насосные лопатки подвергаются износу во время работы.

Согласно другому аспекту предлагается футеровка насоса для центробежного шламowego насоса, включающая в себя основную насосную камеру, имеющую

впускное отверстие для ввода потока материала в основную насосную камеру во время работы;

выпускное отверстие, продолжающееся от основной насосной камеры и предназначенное для выхода потока материала из основной насосной камеры во время работы; и

переходную поверхность, продолжающуюся между внутренней периферийной поверхностью основной насосной камеры и внутренней периферийной поверхностью выпускного отверстия, причем переходная поверхность включает в себя водорез, выполненный с возможностью отделения рабочего выходного потока материала в выпускном отверстии от рабочего рециркуляционного потока материала в основной насосной камере, при этом область переходной поверхности включает в себя одну или более полостей, расположенных в ней, и при этом износостойкая композиция прикреплена, по меньшей мере частично, внутри одной или более полостей.

В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей расположены внутри корпусной части области переходной поверхности, в результате чего износостойкая композиция не открыта основной насосной камере.

В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей включают в себя отверстие, расположенное на наружной поверхности футеровки насоса в области переходной поверхности.

В некоторых вариантах осуществления футеровка насоса включает в себя по меньшей мере одну полость, включающую в себя два отверстия, расположенных на наружной поверхности на противоположных сторонах футеровки насоса, при этом износостойкая композиция расположена проксимально относительно водореза.

В некоторых вариантах осуществления одна или более полостей расположены в пределах от около 5 до около 25 мм от переходной поверхности.

В некоторых вариантах осуществления износостойкая композиция постепенно открывается, когда водорез и/или переходная поверхность подвергаются износу во время работы.

Другие аспекты, признаки и преимущества станут очевидны из последующего подробного описания вместе с прилагаемыми чертежами, которые являются частью настоящего раскрытия и которые иллюстрируют в качестве примера принципы раскрываемых изобретений.

Краткое описание чертежей

Прилагаемые чертежи облегчают понимание различных вариантов осуществления.

Фиг. 1 - схематический вид спереди в поперечном разрезе рабочего колеса шламового насоса для центробежного шламового насоса.

Фиг. 2 - схематический вид в поперечном разрезе в увеличенном масштабе насосной лопатки рабочего колеса насоса для центробежного шламового насоса в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг. 3 - вид в перспективе рабочего колеса шламового насоса для центробежного шламового насоса в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг. 4 - вид в поперечном разрезе насосной лопатки рабочего колеса шламового насоса для центробежного шламового насоса в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг. 5 - вид в поперечном разрезе футеровки для центробежного шламового насоса.

Фиг. 6-11 - схематические виды в увеличенном масштабе водореза футеровки для центробежного шламового насоса в соответствии с различными вариантами осуществления.

Фиг. 12 - вид в поперечном разрезе футеровки для центробежного шламового насоса в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг. 12А - вид в разрезе футеровки на фиг. 12.

Фиг. 13 - вид с местным разрезом футеровки в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг. 14-15 - схематические виды водореза футеровки для центробежного шламового насоса в соответствии с другими вариантами осуществления.

Подробное описание изобретения

С помощью описываемого здесь способа было обнаружено, что может быть изготовлено композитное металлическое изделие, которое находит применение в качестве изнашиваемого компонента для использования в промышленности переработки минерального сырья. В частности, было обнаружено, что когда одна или более полостей были сформированы во время процесса литья металлического компонента, одна или более полостей не оказывали существенного влияния на конструктивную целостность металлического компонента, а также позволяли прикрепить износостойкую композицию в твердом виде в одну или более полостей, чтобы изготовить композитное металлическое изделие с увеличенными характеристиками износостойкости.

В некоторых вариантах осуществления описываемый здесь способ может использоваться для изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента, включающего в себя износостойкую композицию, вставленную и прикрепленную внутри компонента рядом или проксимально относительно областей изнашиваемого компонента, которые подвергаются значительному износу во время работы. Например, описываемый здесь способ может быть использован для изготовления композитного металлического рабочего колеса шламового насоса, которое может состоять из композиции основного металла, включая износостойкий материал, прикрепленный внутри полостей, сформированных во время процесса литья композиции основного металла. Износостойкий материал может быть прикреплен внутри полостей, которые могут быть расположены внутри корпуса рабочего колеса шламового насоса, состоящего из композиции основного металла, рядом или проксимально относительно переднего края насосных лопаток рабочего колеса шламового насоса и/или расположены в корпусе рабочего колеса в других местах, которые могут подвергаться значительному износу во время работы.

В некоторых вариантах осуществления могут быть изготовлены другие типы композитных металлических изнашиваемых компонентов, в которых износостойкий материал может быть прикреплен внутри полостей, расположенных рядом или проксимально относительно областей, подвергаемых значительному износу. Например, металлическая футеровка для центробежного шламового насоса может быть изготовлена из композиции основного металла, включая износостойкий материал, прикрепленный внутри полостей, расположенных рядом или проксимально относительно водореза металлической футеровки. В соответствии с описываемым способом могут быть изготовлены другие примеры типов металлических изнашиваемых компонентов, которые могут найти применение для использования с мельницами, дробилками и износными пластинами.

В некоторых вариантах осуществления износостойкий материал расположен таким образом, что он заключен внутри основного корпуса металлического изнашиваемого компонента, где основные рабочие поверхности металлического изнашиваемого компонента состоят из композиции основного металла. Это позволяет не изменять гидродинамически рабочие поверхности изнашиваемого компонента из-за включения износостойкого материала. В этом варианте осуществления, когда основной корпус металлического изнашиваемого компонента начинает изнашиваться во время работы, металлический изнашиваемый компонент открывается для воздействия, что затем замедляет скорость износа, испытываемого металлическим изнашиваемым компонентом.

В варианте осуществления предлагается способ изготовления композитного металлического изделия, которое может быть использовано в качестве композитного металлического изнашиваемого компонента. Способ включает следующие этапы, на которых осуществляют:

(i) литье компонента, состоящего из композиции основного металла, при этом одну или более полостей формируют в компоненте во время литья;

(ii) вставку износостойкой композиции в твердом виде в одну или более полостей, сформированных в компоненте, состоящем из композиции основного металла; и

(iii) прикрепление износостойкой композиции в одной или более полостей компонента, состоящего из композиции основного металла, чтобы сформировать композитное металлическое изделие.

В описываемом здесь способе этап (i) литья может включать размещение одной или более формирующих полость частей в литейной форме для компонента. Литейная форма для компонента может иметь форму композитного металлического изделия, которое может быть использовано для композитного металлического изнашиваемого компонента. Формирующие полость части обеспечивают, что когда композицию основного металла вводят в литейную форму в жидком виде, композиция основного металла окружает формирующие полость части, обеспечивая, что места литейной формы, занятые формирующими полость частями, не заполняются жидкой композицией основного металла. Именно в этих местах формируются полости. Поэтому формирующие полость части имеют форму, обеспечивающую получение последующей формы внутренней поверхности полостей. В предпочтительном варианте формирующие полость части имеют цилиндрическую или кубовидную форму, в результате чего получают полости, имеющие цилиндрическую или кубовидную форму внутренней поверхности.

Композиции основного металла в литейной форме обеспечивают возможность охлаждаться и отвердевать, формируя компонент, состоящий из композиции основного металла. Формирующие полость части могут быть расположены внутри композиции основного металла после охлаждения и отверждения компонента.

В качестве альтернативы формирующие полость части могут быть образованы из материала, который разрывается или иным образом конструктивно разрушается из-за усадки композиции основного металла, когда она охлаждается и отвердевает.

Для обеспечения полостей в компоненте основного металла после охлаждения и отверждения жидкого основного металла одна или более формирующие полость части или их оставшиеся фрагменты могут быть удалены из композиции основного металла. Подходящие методы удаления могут включать в себя сверление и/или другую механическую обработку компонента.

В варианте осуществления одна или более формирующих полость частей могут быть образованы из материала, имеющего коэффициент теплового расширения подобный или, по существу, такой же, как коэффициент теплового расширения композиции основного металла. Дополнительно формирующие полость части могут иметь более высокую температуру размягчения, чем температура заливки жидкой композиции основного металла. Например, одна или более формирующих полость частей могут состоять из материала, выбираемого из стали или другого металлического сплава, или одна или более формирующих полость частей могут состоять из углерода или графита.

В варианте осуществления одна или более формирующих полость частей включают в себя полый центр. Такая форма может способствовать разрыву или иному конструктивному разрушению одной или более формирующих полость частей из-за усадки композиции основного металла, когда она охлаждается и отвердевает во время этапа литья. Формирующие полость части, включающие в себя полый центр, могут иметь цилиндрическую или кубовидную форму и могут быть образованы из таких материалов, как стекло или кварцевое стекло. Перед вставкой формирующих полость частей с полым центром в литейную форму они могут быть подвергнуты предварительному ослаблению, например, путем нанесения насечек на поверхность формирующей полость части. Предварительное ослабление может дополнительно способствовать разрыву или иному конструктивному разрушению одной или более формирующих полость частей во время процесса литья, что облегчает удаление во время выполнения описываемого способа.

После удаления формирующих полость частей из компонента, сформированного из композиции основного металла, компонент может быть подвергнут термической обработке или отпуску, чтобы удалить любые остаточные напряжения, возникающие в результате формирования одной или более полостей.

Композиция основного металла может быть выбрана из любого металла или металлического сплава, подходящего для литья изнашиваемых компонентов, такого как, например, чугун с высоким содержанием хрома. Износостойкая композиция в идеале будет иметь более высокую износостойкость, чем композиция основного металла, и может быть выбрана из материала с очень высокой износостойкостью, такого как карбид вольфрама. Карбид вольфрама может быть спеченным и/или может иметь размер зерна от 2 до 6 мкм. В предпочтительном варианте износостойкая композиция имеет цилиндрическую, кубовидную или кнопочную форму или имеет другую форму, которая изготавливается обычным способом. Было обнаружено, что изготавливаемая обычным способом форма, такая как цилиндрическая, кубовидная или кнопочная форма, как правило является более дешевой, чем другие, более неправильные формы, что уменьшает стоимость изготовления описываемого здесь композитного металлического изнашиваемого компонента.

В варианте осуществления износостойкая композиция прикреплена в одной или более полостей в основном металле с помощью адгезива. Адгезив может иметь высокую заполняющую способность и высокий предел прочности при растяжении. Например, адгезив может быть выбран из LOCTITE EA 9497 или 3M Scotch-weld 7236 B/A или другого конструкционного эпоксидного клея; или высокопрочного фиксирующего герметика, такого как Loctite 620, Loctite 638 or Loctite 660. В качестве альтернативы износостойкая композиция прикреплена в одной или более полостей с помощью метода пайки. В качестве

другой альтернативы или дополнительно к приведенным выше примерам крепления износостойкий компонент может быть прикреплен в одной или более полостей с помощью механического блокирующего устройства, такого как, например, резьбовая пробка, устанавливаемая по горячей посадке пробка или устанавливаемая по точной посадке пробка, закрепленные с помощью высокопрочного фиксирующего герметика. Эти средства используют для предотвращения выхода износостойкого компонента из полости, в которой он закреплен, во время работы оборудования.

На фиг. 1 показан в поперечном разрезе изнашиваемый компонент в виде рабочего колеса 10 центробежного шламового насоса. Рабочее колесо 10 включает в себя задний диск 11 с четырьмя насосными лопатками 12, продолжающимися от диска в направлении, по существу, в линию с осью вращения рабочего колеса шламового насоса во время работы. Четыре насосных лопатки 12 включают в себя задний край 13 и передний край 14, при этом передний край 14 насосных лопаток расположен рядом с центром или глазом 16 рабочего колеса 10, где шлам входит во время работы соответствующего центробежного шламового насоса (не показан). Шлам проходит через глаз и затем перемещается за счет вращения рабочего колеса через проходы 6 между насосными лопатками 12. Насосные лопатки далее включают в себя противоположные боковые поверхности 7, 8, которые образуют проходы вместе с задним диском 11 и передним диском 21 (не показан на фиг. 1). Расположение и функция переднего края 14 насосных лопаток 12 означает, что эта часть рабочего колеса 10 шламового насоса подвергается значительной ударной эрозии и износу во время работы центробежного шламового насоса, что означает, что передний край 14 часто является местом с высокой степенью износа.

На фиг. 2 показан вид в разрезе в увеличенном масштабе части рабочего колеса насоса в общем виде рабочего колеса на фиг. 1. Как показано на фиг. 2, множество полостей 20 расположены внутри рабочего колеса в корпусной части насосных лопаток 12 между противоположными основными боковыми поверхностями насосных лопаток 12. Отверстия 22 полостей 20 расположены в верхней поверхности 9 насосных лопаток 12, и полости продолжаются от верхней поверхности 9 внутрь корпуса насосной лопатки 12 в направлении заднего диска 11. Полости 20 могут быть образованы таким образом, что они проходят в корпус диска 11 рабочего колеса в направлении, по существу, в линию с направлением оси вращения, и они могут продолжаться до тех пор, пока основание полости не будет расположено на линии, на которой основание насосной лопатки 12 встречается с задним диском 11.

На фиг. 3 показан схематический вид рабочего колеса для центробежного шламового насоса в общем виде рабочего колеса на фиг. 1, где показан передний диск 21. Отверстия 22 полостей 20 расположены в переднем диске 21 рабочего колеса, и полости продолжаются внутрь корпуса насосных лопаток 12 в направлении заднего диска 11. Полости могут быть образованы таким образом, что они проходят в корпус диска 11 рабочего колеса в направлении, по существу, в линию с осью вращения, и полости 20 могут останавливаться в точке, расположенной на линии, на которой основание насосной лопатки 12 встречается с диском 11. Полости 20 могут иметь цилиндрическую форму с отверстием 22 на одном конце и дном на другом конце (не показано) и боковыми стенками. Полости могут включать в себя центральную осевую линию, которая, по существу, параллельна противоположным боковым стенкам насосных лопаток, продолжающихся между передним диском 21 и задним диском 11.

Полости 20, показанные на фиг. 2, имеют круглое отверстие 22 и, по существу, цилиндрическую форму, когда они продолжаются в корпус насосной лопатки 12. Полости 20 получают во время процесса литья рабочего колеса с использованием описываемого выше способа. Форма полостей, показанная на фиг. 2, указывает, что цилиндрические формирующие полость части были использованы во время процесса литья, и что формирующие полость части были после этого удалены, оставляя полости в насосных лопатках 12 рабочего колеса 10.

Износостойкий материал, который может быть выполнен в виде цилиндра, который может быть немного меньше по диаметру, чем полости 20, может быть вставлен в полости после того, как рабочее колесо было отлито. Износостойкий материал может состоять из любого подходящего материала, который имеет более высокую износостойкость по сравнению с металлической композицией, используемой для литья корпуса рабочего колеса. В предпочтительном варианте износостойкий материал может быть выбран из цилиндра из спеченного карбида вольфрама, имеющего цилиндрическую форму, которая немного меньше полостей 20. Износостойкий материал может быть прикреплен внутри полостей посредством адгезива или методом пайки. На фиг. 4 износостойкий материал 54 может быть дополнительно закреплен с помощью способа механического крепления, такого как резьбовая пробка 55, устанавливаемая по горячей посадке пробка или устанавливаемая по точной посадке пробка, закрепленные с помощью высокопрочного фиксирующего герметика. После крепления внутри полостей износостойкий материал 54 обеспечивает, что насосные лопатки 12 рабочего колеса 10 имеют композитный вид, в котором корпус насосной лопатки 14 состоит из металлической композиции, используемой для литья рабочего колеса, а полости 20 заполнены износостойкой композицией.

Рабочее колесо 10, как показано на фиг. 2, включает в себя передний край, который состоит из металлической композиции, используемой для литья рабочего колеса 10. Рядом или проксимально относительно переднего края имеется полость 20, которая включает в себя износостойкий материал, прикрепленный внутри. Множество полостей 20 с износостойким материалом, вставленным и прикрепленным в

них, и распределение на расстоянии друг от друга этих структур на корпусе 10 рабочего колеса обеспечивают, что любые остаточные напряжения в композиции основного металла рабочего колеса будут ниже, чем предел текучести композиции основного металла. Дополнительно эти напряжения могут быть уменьшены или устранены с помощью последующей термической обработки. Как можно увидеть, расположение полостей 20 и износостойкого материала, прикрепленного в них, обеспечивает, что износостойкий материал не открыт для воздействия проходов 6 через рабочее колесо. Это обеспечивает, что изменение рабочего колеса шламового насоса путем включения износостойкого материала в определенных местах не влияет на гидродинамические свойства рабочего колеса.

Во время работы металлическая композиция рабочего колеса 10 начнет изнашиваться в определенных местах, таких как передний край 14 насосной лопатки 12. Это приведет к тому, что износостойкий материал с более высокой износостойкостью станет открытым для воздействия абразивного процесса при работе центробежного шламового насоса. В это время скорость износа будет уменьшаться из-за более высокой износостойкости износостойкого материала, прикрепленного внутри полостей 20. Полезным эффектом этого будет уменьшение общей скорости износа рабочего колеса 10 и увеличение его срока службы.

На фиг. 5 показан альтернативный вариант осуществления изнашиваемого компонента, который имеет вид футеровки 50 для центробежного шламового насоса. Футеровка 50 выполнена в виде улиты и включает в себя насосную камеру 52 и выпускное отверстие 51. Футеровка 50 включает в себя переходную поверхность 70, продолжающуюся между внутренней периферийной поверхностью 71 основной насосной камеры и внутренней периферийной поверхностью 72 выпускного отверстия, при этом переходная поверхность включает в себя водорез 53. Водорез 53 является частью футеровки 50, которая отделяет поток шлама от насосной камеры 52 и выпускного отверстия 51 во время работы центробежного шламового насоса. Водорез 53 часто представляет собой место значительного износа из-за ударной эрозии во время операции перекачивания шлама.

На фиг. 6-11 показаны альтернативные варианты осуществления, в которых полости 20 сформированы во время процесса литья футеровки 50 в местах рядом с водорезом 53 футеровки 50 или на водорезе 53 футеровки 50. Футеровка типично будет состоять из композиции основного металла, и износостойкий материал будет далее прикреплен внутри полостей 20 с помощью адгезива или метода пайки. Износостойкий материал может быть выбран из спеченного карбида вольфрама и может быть в виде цилиндрических стержней.

На фиг. 12, 12А и 13 показан вариант осуществления, в котором полость 20 сформирована во время процесса литья футеровки 50 на водорезе, при этом полость расположена в направлении, которое проходит от одной стороны футеровки 50 к другой стороне футеровки 50, что обеспечивает, что полость, по существу, параллельна оси вращения рабочего колеса насоса. Полость 20 в качестве альтернативы может быть получена с помощью механической обработки в водорезе после литья. После формирования полости 20 твердую вставку 54 вставляют в полость и закрепляют в положении с помощью адгезива и с помощью механических средств, которые в этом случае выполнены в виде резьбовых пробок 55, расположенных на каждом конце полости 20. Как можно увидеть, расположение полостей 20 и износостойкого материала 54, прикрепленного в них, обеспечивает, что износостойкий материал не открыт для воздействия насосной камеры 52 или выпускного отверстия 51 футеровки 50. Это обеспечивает, что изменение футеровки путем включения износостойкого материала рядом или проксимально относительно поверхности водореза 53 не влияет на гидродинамические свойства футеровки. Во время работы металлическая композиция футеровки 50 начнет изнашиваться в определенных местах, таких как водорез 53. Это приведет к тому, что износостойкий материал с более высокой износостойкостью станет открытым для воздействия абразивного процесса при работе центробежного шламового насоса. В это время скорость износа в месте расположения водореза будет уменьшаться из-за более высокой износостойкости износостойкого материала, прикрепленного внутри полости 20. Полезным эффектом этого будет уменьшение общей скорости износа футеровки 50 и увеличение ее срока службы.

На фиг. 14 и 15 показан вариант осуществления, в котором твердая вставка 54 имеет паз 56, и соответствующий паз 57 обеспечен в полости 20. Это позволяет опционально использовать пружинное стопорное кольцо 58 для механического закрепления твердой вставки в положении.

Еще одним преимуществом описываемого здесь способа является то, что модификацией, требуемой в отношении литья исходного изнашиваемого компонента, является размещение формирующих полость частей в стандартной литейной форме для изнашиваемого компонента. В результате получают конечную отливку, имеющую внешний вид точно такой же, что и исходная деталь, за исключением того, что она будет иметь полости, обеспеченные для вставки износостойкого материала.

В приведенном выше описании некоторых вариантов осуществления для полной ясности была использована конкретная терминология. Однако изобретение не ограничено выбранными конкретными терминами, и следует понимать, что каждый конкретный термин включает в себя другие технические эквиваленты, которые работают аналогичным образом для выполнения аналогичных технических задач. Такие термины, как "левый" и "правый", "передний" и "задний", "выше" и "ниже" и т.п., используются в качестве удобных слов для обеспечения точек отсчета, и они не должны рассматриваться в качестве ог-

раничивающих терминов.

В данном описании слово "содержащий" следует понимать в его "открытом" смысле, т.е. в смысле "включающий в себя", и оно не ограничивается его "закрытым" смыслом, т.е. смыслом "состоящий только из". Соответствующий смысл относится к соответствующим словам "содержать", "содержит", "содержал" и т.д., где они используются.

Далее, выше описываются только некоторые варианты осуществления изобретения (изобретений), и могут быть сделаны их изменения, модификации и дополнения, не отходя от объема и сущности раскрытых вариантов осуществления, причем эти варианты осуществления являются иллюстративными и неограничивающими.

Кроме того, изобретение (изобретения) было описано в отношении того, что в настоящее время рассматривается как наиболее практичные и предпочтительные варианты осуществления, и следует понимать, что изобретение не ограничено раскрытыми вариантами осуществления, а наоборот, оно покрывает различные модификации и эквивалентные устройства, находящиеся в пределах сущности и объема изобретения (изобретений). Также различные варианты осуществления, описываемые выше, могут быть реализованы в сочетании с другими вариантами осуществления, например, аспекты одного варианта осуществления могут комбинироваться с аспектами другого варианта осуществления. Дополнительно каждый независимый признак или компонент любого данного устройства может образовать дополнительный вариант осуществления.

Перечень ссылочных позиций.

- 6 - Каналы,
- 7, 8 - противоположные боковые поверхности,
- 9 - верхняя поверхность,
- 10 - рабочее колесо,
- 11 - задний диск,
- 12 - насосная лопатка,
- 13 - задний край,
- 14 - передний край,
- 16 - глаз рабочего колеса,
- 20 - полость,
- 21 - передний диск,
- 22 - отверстие,
- 50 - футеровка,
- 52 - насосная камера,
- 51 - выпускное отверстие,
- 53 - водорез,
- 54 - твердая вставка,
- 55 - резьбовая пробка,
- 56 - паз в твердой вставке,
- 57 - паз в полости,
- 58 - пружинное стопорное кольцо,
- 70 - переходная поверхность,
- 71 - внутренняя периферийная поверхность насосной камеры,
- 72 - внутренняя периферийная поверхность выпускного отверстия.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса, включающий следующие этапы, на которых осуществляют:

(i) литье изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса, состоящего из композиции основного металла, при этом одну или более полостей формируют в изнашиваемом компоненте центробежного шламового насоса во время литья;

(ii) вставку износостойкой композиции в твердом виде в одну или более полостей, сформированных в изнашиваемом компоненте центробежного шламового насоса, состоящем из композиции основного металла; и

(iii) прикрепление износостойкой композиции в одной или более полостей изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса, состоящего из композиции основного металла с формированием композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса, при этом износостойкий материал заключен внутри основного корпуса композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса, а рабочие поверхности композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса состоят из композиции основного металла, и при этом износостойкая композиция имеет более высокую износостойкость, чем композиция основного металла.

2. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по п.1, в котором этап (i) литья включает следующие этапы, на которых осуществляют:

(ia) размещение одной или более формирующих полость частей в литейной форме для изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса;

(ib) ввод композиции основного металла в жидком виде в литейную форму, в результате чего композиция основного металла окружает одну или более формирующих полость частей; и

(ic) охлаждение и отверждение композиции основного металла в литейной форме, формируя изнашиваемый компонент центробежного шламового насоса, состоящий из композиции основного металла.

3. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по п.2, в котором одна или более формирующих полость частей состоят из материала, имеющего коэффициент теплового расширения подобный или, по существу, такой же, как коэффициент теплового расширения композиции основного металла.

4. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по п.2 или 3, в котором одну или более формирующих полость частей удаляют из композиции основного металла, чтобы открыть одну или более полостей, после этапа (ic).

5. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по п.4, в котором одну или более формирующих полость частей удаляют из композиции основного металла с помощью сверления и/или другой механической обработки компонента, состоящего из композиции основного металла, после этапа (ic).

6. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.2-5, в котором одна или более формирующих полость частей состоят из материала, выбираемого из стали или другого металлического сплава, углерода или графита.

7. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.2-6, в котором одна или более формирующих полость частей, по меньшей мере частично, фрагментируются, когда композиция основного металла в литейной форме отвердевает, из-за усадки композиции основного металла во время этапа (ic).

8. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.2-7, в котором одна или более формирующих полость частей включают в себя полый центр.

9. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.2-8, в котором одна или более формирующих полость частей имеют более высокую температуру точки размягчения, чем температура заливки жидкой композиции основного металла.

10. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.2-9, в котором одна или более формирующих полость частей имеют цилиндрическую или кубовидную форму.

11. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.4-10, в котором компонент, состоящий из композиции основного металла, после удаления одной или более формирующих полость частей из компонента, состоящего из композиции основного металла, подвергают термической обработке и/или отпуску, чтобы удалить любые остаточные напряжения, возникающие в результате формирования одной или более полостей.

12. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.1-11, в котором композиция основного металла представляет собой чугун с высоким содержанием хрома.

13. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.1-12, в котором износостойкую композицию выбирают из карбида вольфрама.

14. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.1-13, в котором износостойкая композиция имеет цилиндрическую, кубовидную или пуговичную форму.

15. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.1-14, в котором износостойкая композиция прикреплена в одной или более полостей в основном металле посредством адгезива или методом пайки.

16. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.1-15, в котором одна или более полостей расположены внутри корпуса композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса рядом с поверхностью износа изнашиваемого компонента.

17. Способ изготовления композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса по любому из пп.1-16, в котором изнашиваемый компонент представляет собой рабочее колесо шламового насоса или футеровку для центробежного шламового насоса.

18. Композитный металлический изнашиваемый компонент центробежного шламового насоса, со-

держаций

основную корпусную часть, состоящую из композиции основного металла, причем основная корпусная часть включает в себя одну или более полостей, расположенных в ней; и

износостойкую композицию, прикрепленную внутри одной или более полостей основной корпусной части,

при этом одну или более полостей формируют во время литья основной корпусной части, и износостойкий материал заключен внутри основной корпусной части композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса, в результате чего рабочие поверхности композитного металлического изнашиваемого компонента центробежного шламового насоса состоят из композиции основного металла, и при этом износостойкая композиция имеет более высокую износостойкость, чем композиция основного металла.

19. Композитный металлический изнашиваемый компонент центробежного шламового насоса по п.18, в котором композицию основного металла выбирают из чугуна с высоким содержанием хрома.

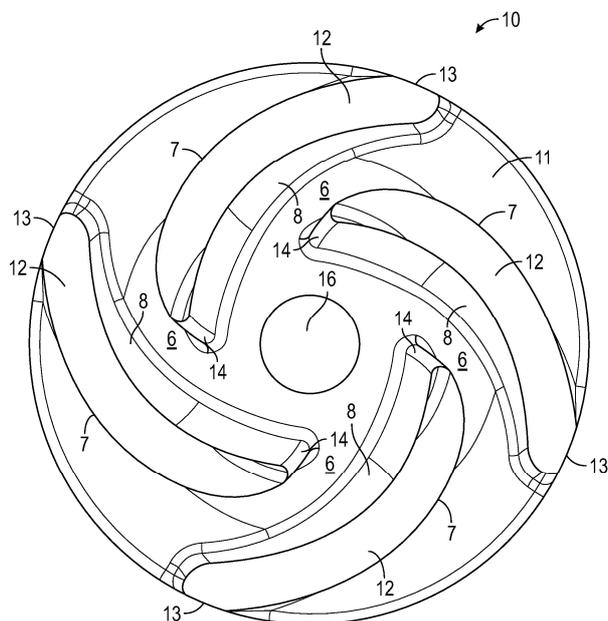
20. Композитный металлический изнашиваемый компонент центробежного шламового насоса по п.18 или 19, в котором износостойкую композицию выбирают из карбида вольфрама.

21. Композитный металлический изнашиваемый компонент центробежного шламового насоса по любому из пп.18-20, в котором износостойкая композиция имеет цилиндрическую, кубовидную или пуговичную форму.

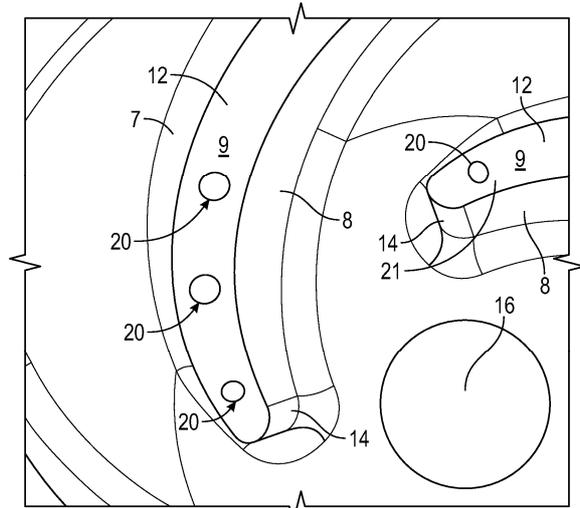
22. Композитный металлический изнашиваемый компонент центробежного шламового насоса по любому из пп.18-21, в котором износостойкая композиция прикреплена в одной или более полостей в основном металле посредством адгезива или методом пайки.

23. Композитный металлический изнашиваемый компонент центробежного шламового насоса по любому из пп.18-22, в котором полости расположены внутри основной корпусной части композитного изнашиваемого компонента рядом с поверхностью износа композитного металлического изнашиваемого компонента.

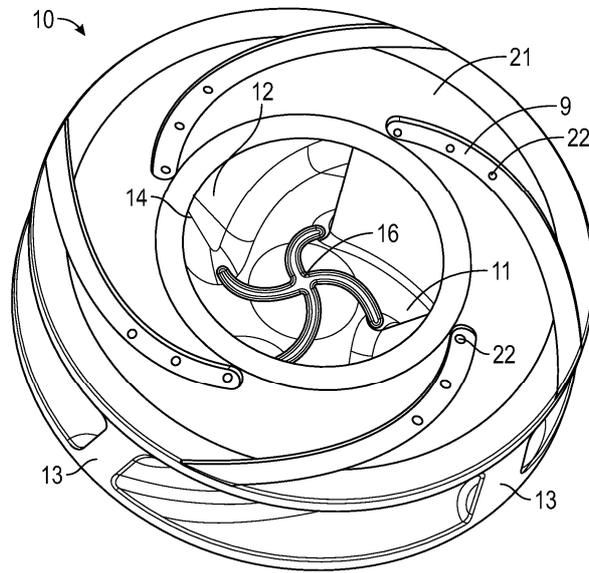
24. Композитный металлический изнашиваемый компонент центробежного шламового насоса по любому из пп.18-23, в котором композитный металлический изнашиваемый компонент представляет собой рабочее колесо шламового насоса или футеровку для центробежного шламового насоса.



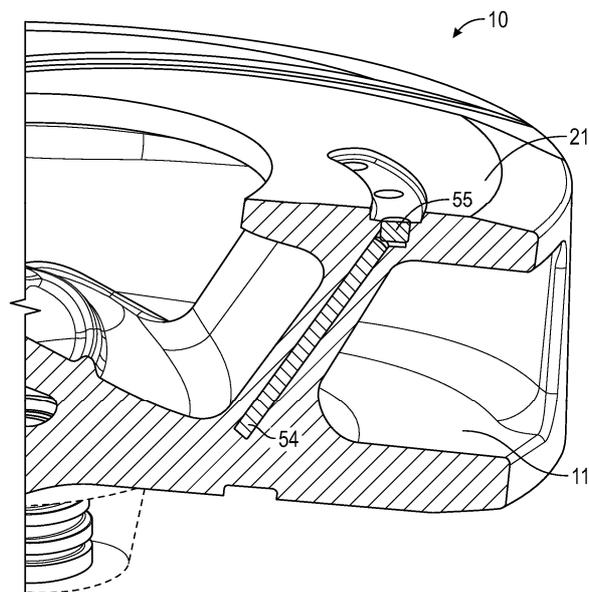
Фиг. 1



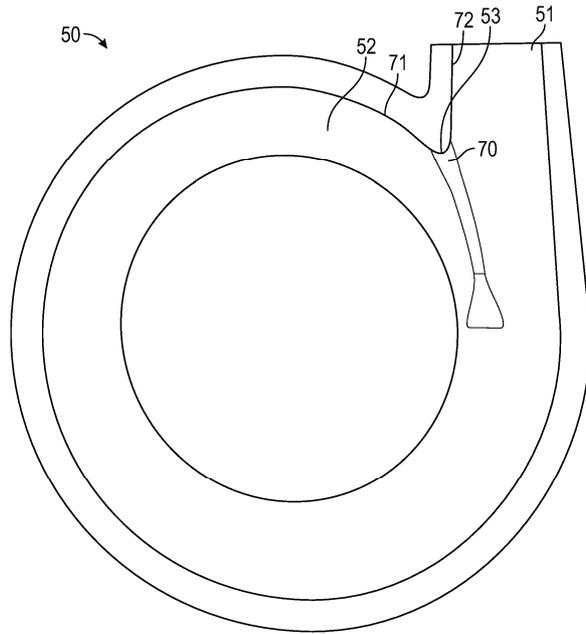
Фиг. 2



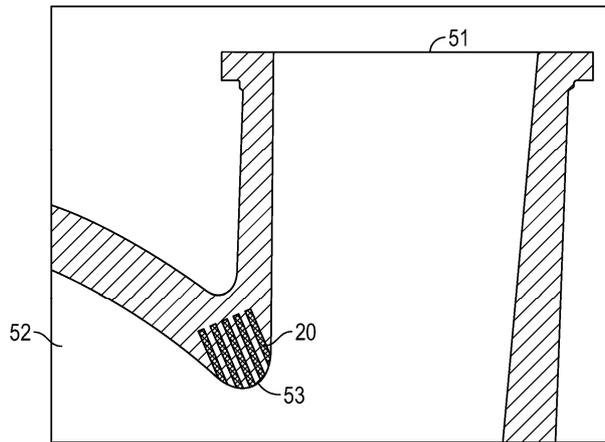
Фиг. 3



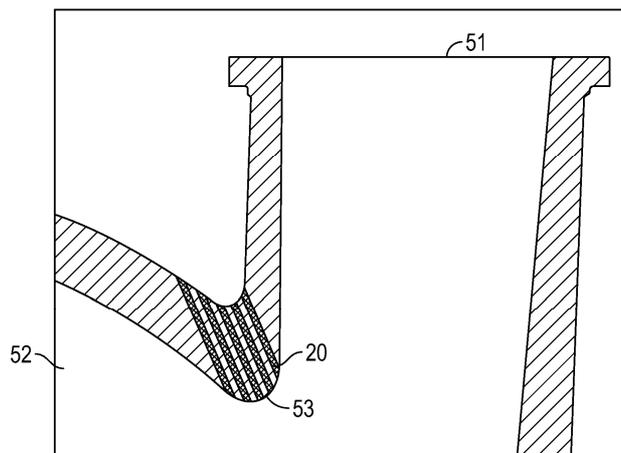
Фиг. 4



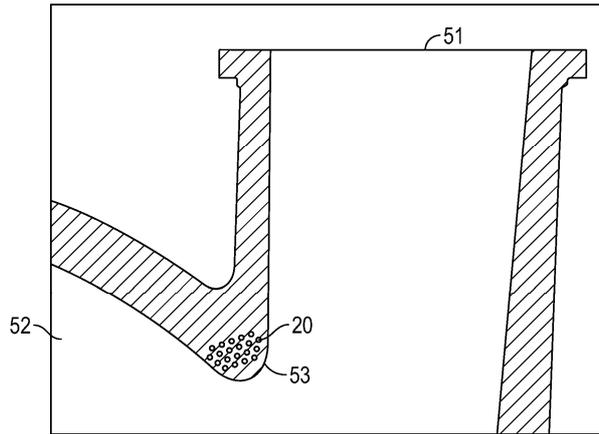
Фиг. 5



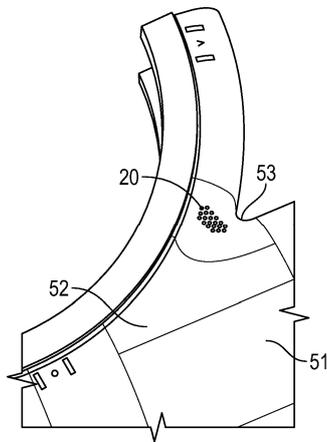
Фиг. 6



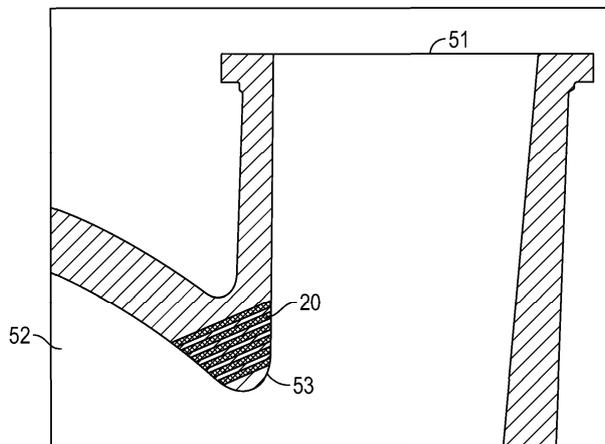
Фиг. 7



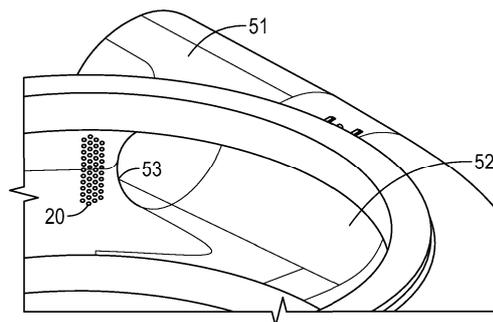
Фиг. 8



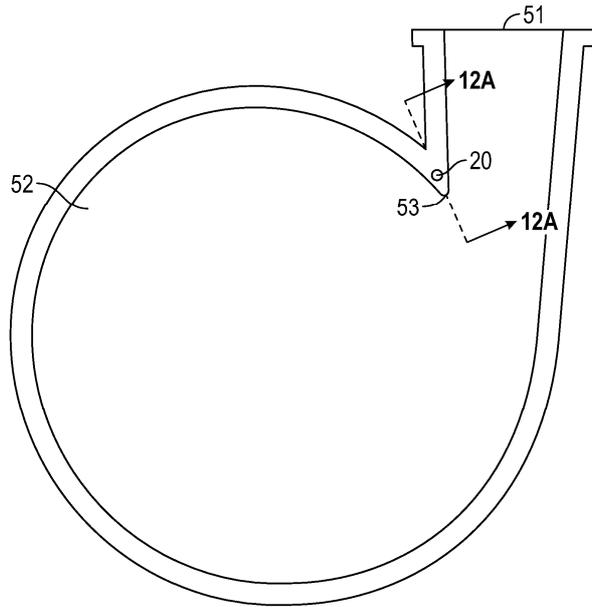
Фиг. 9



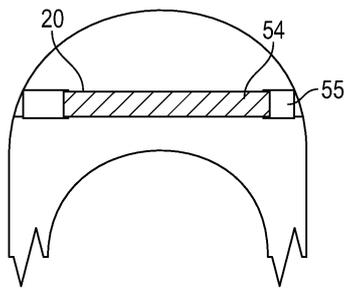
Фиг. 10



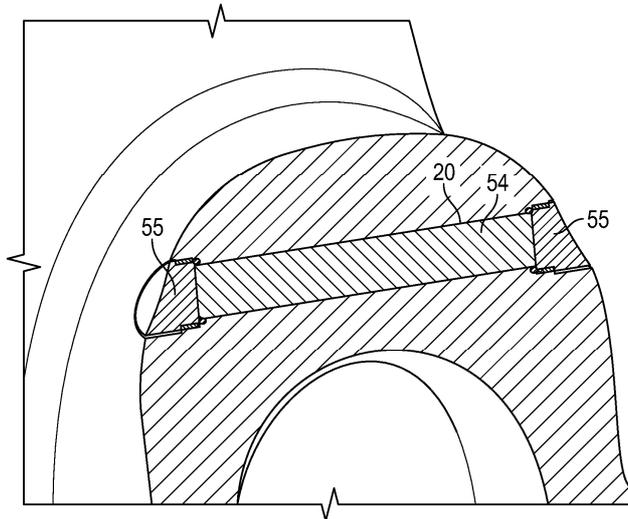
Фиг. 11



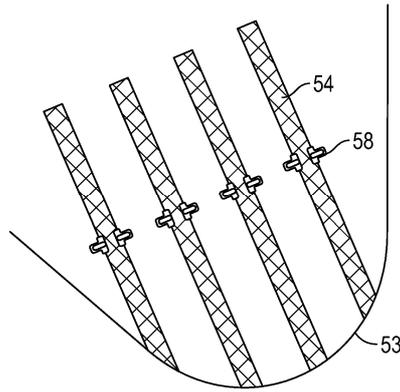
Фиг. 12



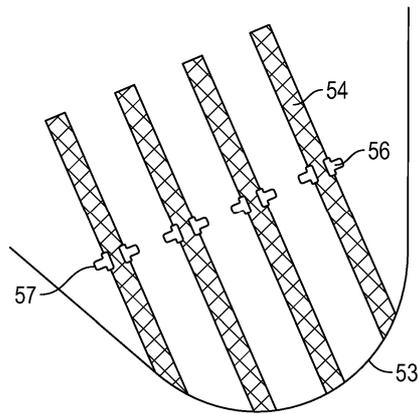
Фиг. 12А



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15

