

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 13328

(13) U

(46) 2023.10.30

(51) МПК

*B 33Y 10/00* (2015.01)

*B 33Y 30/00* (2015.01)

*B 23K 9/04* (2006.01)

*B 23K 9/16* (2006.01)

*B 23K 9/173* (2006.01)

*C 23C 4/131* (2016.01)

## (54) УСТАНОВКА ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ

(21) Номер заявки: u 20230127

(22) 2023.06.22

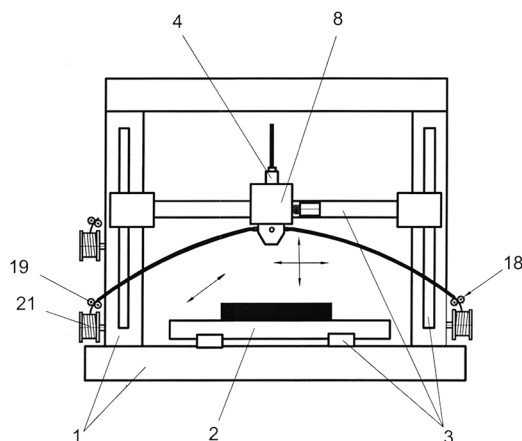
(71) Заявитель: Усов Петр Петрович  
(ВУ)

(72) Автор: Усов Петр Петрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Усов Петр Петро-  
вич (ВУ)

(57)

1. Установка для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой, содержащая несущую часть, рабочий стол, трехосевую систему позиционирования, сварочный аппарат, модуль управления установкой с программными средствами, обеспечивающими процесс послойного построения изделия, горелку, выполненную с каналом для подачи электродной проволоки, механизм подачи электродной проволоки через горелку, **отличающаяся** тем, что горелка снабжена головкой, содержащей корпусную часть, насадку, установленную соосно горелке, механизм вращения насадки, узел резки присадочных проволок, выполненных в виде металлических и/или порошковых проволок, содержащий размещенный в корпусной части неподвижный нож, выполненный с отверстиями с режущими кромками, и установленный на насадке ножевой элемент, дополнительную насадку, установленную концентрично относительно насадки с кольцевым зазором для подачи отрезков присадочных проволок на поверхность построения, систему



Фиг. 1

подачи присадочных проволок, состоящую из механизмов подачи, выполненных с возможностью одновременной и дозированной подачи каждой присадочной проволоки, требуемой для изготовления изделия заданного состава и диаметра, в соответствующие им отверстия неподвижного ножа, кроме этого, модуль управления установкой снабжен дополнительным программным средством для управления подачей электродной и присадочных проволок и формирования из них металлического сплава требуемого состава для изготовления изделия.

2. Установка по п. 1, **отличающаяся** тем, что механизм вращения насадки состоит из электродвигателя и цилиндрического или конического редуктора.

3. Установка по п. 1, **отличающаяся** тем, что неподвижный нож выполнен в виде кольца с радиально расположенными отверстиями, а ножевой элемент выполнен в виде диска с режущими зубьями.

4. Установка по п. 1, **отличающаяся** тем, что неподвижный нож выполнен в виде круглой пластины с отверстиями, а ножевой элемент выполнен по меньшей мере с одним лезвием.

5. Установка по п. 1, **отличающаяся** тем, что механизм подачи электродной и каждый механизм подачи присадочных проволок содержат по меньшей мере два ролика с приводом вращения и направляющую трубку, выполненную из гибкого полимерного материала.

6. Установка по п. 1, **отличающаяся** тем, что насадка выполнена в форме цилиндра или цилиндра, переходящего в конус.

7. Установка по п. 1, **отличающаяся** тем, что дополнительная насадка выполнена в форме цилиндра, переходящего в конус, или в форме усеченного конуса и связана с корпусной частью или неподвижным ножом.

8. Установка по п. 1, **отличающаяся** тем, что снабжена сопловой насадкой со штуцером подачи защитного газа, установленной концентрично относительно дополнительной насадки, с кольцевым зазором для подачи через него защитного газа на поверхность построения.

9. Установка по п. 1, **отличающаяся** тем, что трехосевая система позиционирования состоит из системы позиционирования горелки, оснащенной головкой по координатам X и Z, и системы позиционирования рабочего стола по координате Y, или состоит из системы позиционирования горелки, оснащенной головкой по координатам X, Y и Z, или состоит из системы позиционирования рабочего стола по координате XYZ относительно неподвижно установленной горелки, оснащенной головкой.

10. Установка по п. 1, **отличающаяся** тем, что модуль управления установкой, обеспечивающий процесс построения изделия, выполнен на основе программируемого контроллера.

(56)

1. ВУ 13120, 2023.

2. ВОЙНОВ П.С. и др. Схематическое представление установки для трехмерной печати изделий электродуговой наплавкой. Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение, 2 (2021), с. 73, рис. 2.

3. RU 198092, 2020.

4. RU 193110, 2019 (прототип).

---

Полезная модель относится к устройствам для аддитивного изготовления металлических изделий из проволочного материала электродуговой наплавкой, а также нанесения покрытий на поверхность деталей и сварки.

Разработка новых способов и устройств для послойного изготовления объемных металлических изделий, позволяющих относительно недорого, эффективно и качественно

изготавливать изделия с заданными химическим составом и свойствами из металлических и/или порошковых проволок электродуговой наплавкой, в настоящее время является актуальной научно-технической задачей и востребована промышленностью.

Преимуществом вышеуказанных сварочных технологий наплавки металлических изделий по сравнению с известными лазерными и электронно-лучевыми технологиями наплавки проволочными материалами является то, что они разрабатывались задолго до появления технологии трехмерной печати металлических изделий и являются более зрелыми и менее затратными, и поэтому благодаря наличию на предприятиях оборудования для электродуговой сварки и наплавки и станков с ЧПУ, выполненных по меньшей мере с трехосевой системой позиционирования, имеется возможность широко и экономично реализовать технологию послойной 3D-печати металлических изделий.

Известна установка для 3D-печати металлических изделий лазерной наплавкой, содержащая несущую часть, рабочий стол, трехосевую систему позиционирования, источник лазерного излучения, систему управления установкой с программными средствами, обеспечивающими процесс послойного построения изделия, лазерную головку, состоящую из корпуса и установленного в корпусе фокусирующего объектива, насадки, установленной в корпусе соосно фокусирующему объективу, механизма вращения насадки, узла резки присадочных проволок, дополнительной насадки, установленной концентрично относительно насадки с кольцевым зазором для подачи отрезков присадочных проволок на поверхность построения, систему подачи присадочных проволок [1].

Данная установка позволяет получать из присадочных проволок металлические объемные изделия различного химического состава с однородным распределением структурных составляющих металлических проволок в слоях изделия.

Недостатками данной установки являются низкая производительность технологического процесса лазерной наплавки, высокая технологическая себестоимость процесса лазерной наплавки, большая стоимость лазерного оборудования, низкий коэффициент полезного действия (КПД) процесса наплавки.

Известны установки для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой, содержащие несущую часть, рабочий стол, трехосевую систему позиционирования, сварочный аппарат, модуль управления установкой с программными средствами, обеспечивающими процесс послойного построения изделия, горелку, выполненную с каналом для подачи электродной проволоки, механизм подачи электродной проволоки через горелку [2, 3].

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к заявляемой полезной модели является установка для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой, содержащая несущую часть, рабочий стол, трехосевую систему позиционирования, сварочный аппарат, модуль управления установкой с программными средствами, обеспечивающими процесс послойного построения изделия, горелку, выполненную с каналом для подачи электродной проволоки, механизм подачи электродной проволоки через горелку [4].

Известные установки [2-4] позволяют из электродной проволоки получать объемное металлическое изделие одного химического состава или получать поочередно подаваемыми электродными проволоками из металлов с разными температурой плавления и диаметром, объемное изделие, представляющее собой многослойную структуру, содержащую металлические слои, различные по химическому составу и свойствам и с четкой границей раздела между ними.

Недостатком известных установок является то, что они не позволяют из электродных проволок с разными температурами плавления получать металлические объемные изделия различного химического состава с однородным распределением структурных составляющих металлических проволок в слоях изделия.

Недостатком известных установок также является низкая производительность, так как 3D-печать изделия ведется только одной электродной проволокой. При печати электродной проволокой другого химического состава возникают перерывы в работе, вызванные необходимостью замены электродной проволоки.

Все эти недостатки известных установок [2-4] не позволяют эффективно и качественно изготавливать объемные изделия требуемого состава из базового материала в виде электродной проволоки, снижают технологические и эксплуатационные возможности, производительность, ограничивают толщину получаемого слоя покрытия.

Технической задачей предлагаемой полезной модели является получение объемных металлических изделий различного химического состава с однородным распределением структурных составляющих проволок в изделии электродуговой наплавкой, а также расширение технологических, эксплуатационных возможностей и повышение производительности.

Технический результат от использования предлагаемого технического решения заключается:

- в возможности изготовления объемных металлических изделий различного химического состава с однородным распределением структурных составляющих проволок в изделии;

- в возможности повышения скорости и качества изготовления металлических изделий;

- в расширении ассортимента изготавливаемых изделий за счет создания новых конструктивных материалов расплавлением проволок с разными температурами плавления и разными диаметрами;

- в снижении технологической себестоимости процесса изготовления объемных металлических изделий.

Указанный технический результат достигается тем, что в установке для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой, содержащей несущую часть, рабочий стол, трехосевую систему позиционирования, сварочный аппарат, модуль управления установкой с программными средствами, обеспечивающими процесс послойного построения изделия, горелку, выполненную с каналом для подачи электродной проволоки, механизм подачи электродной проволоки через горелку, согласно полезной модели, горелка снабжена головкой, содержащей корпусную часть, насадку, установленную соосно горелке, механизм вращения насадки, узел резки присадочных проволок, выполненных в виде металлических и/или порошковых проволок, содержащий размещенный в корпусной части неподвижный нож, выполненный с отверстиями с режущими кромками, и установленный на насадке ножевой элемент, дополнительную насадку, установленную концентрично относительно насадки с кольцевым зазором для подачи отрезков присадочных проволок на поверхность построения, систему подачи присадочных проволок, состоящую из механизмов подачи, выполненных с возможностью одновременной и дозированной подачи каждой присадочной проволоки, требуемой для изготовления изделий заданного состава и диаметра, в соответствующие им отверстия неподвижного ножа, кроме этого, модуль управления установкой снабжен дополнительным программным средством для управления подачей электродной и присадочных проволок и формирования из них металлического сплава требуемого состава для изготовления изделия.

Кроме того, механизм вращения насадки состоит из электродвигателя и цилиндрического или конического редуктора.

Кроме того, неподвижный нож выполнен в виде кольца с радиально расположенными отверстиями, а ножевой элемент выполнен в виде диска с режущими зубьями.

Кроме того, неподвижный нож выполнен в виде круглой пластины с отверстиями, а ножевой элемент выполнен по меньшей мере с одним лезвием.

Кроме того, механизм подачи электродной и каждый механизм подачи присадочных проволок содержит по меньшей мере два ролика с приводом вращения и направляющую трубку, выполненную из гибкого полимерного материала.

Кроме того, насадка выполнена в форме цилиндра или цилиндра, переходящего в конус.

Кроме того, дополнительная насадка выполнена в форме цилиндра, переходящего в конус, или в форме усеченного конуса и связана с корпусом или неподвижным ножом.

Кроме того, снабжена сопловой насадкой со штуцером подачи защитного газа, установленной концентрично относительно дополнительной насадки, с кольцевым зазором для подачи через него защитного газа на поверхность построения.

Кроме того, трехосевая система позиционирования состоит из системы позиционирования горелки, оснащенной головкой по координатам X и Z, и системы позиционирования рабочего стола по координате Y, или состоит из системы позиционирования горелки, оснащенной головкой по координатам X, Y и Z, или состоит из системы позиционирования рабочего стола по координате XYZ относительно неподвижно установленной горелки, оснащенной головкой.

Кроме того, модуль управления установкой, обеспечивающий процесс построения изделия, выполнен на основе программируемого контроллера.

Сопоставление заявляемого технического решения с прототипом показывает, что оно отличается от прототипа следующими признаками:

горелка снабжена головкой, содержащей корпусную часть, насадку, установленную соосно горелке, механизм вращения насадки, узел резки присадочных проволок, выполненных в виде металлических и/или порошковых проволок, содержащий размещенный в корпусной части неподвижный нож, выполненный с отверстиями с режущими кромками, и установленный на насадке ножевой элемент, дополнительную насадку, установленную концентрично относительно насадки с кольцевым зазором для подачи отрезков присадочных проволок на поверхность построения, систему подачи присадочных проволок, состоящую из механизмов подачи, выполненных с возможностью одновременной и дозированной подачи каждой присадочной проволоки, требуемой для изготовления изделий заданного состава и диаметра, в соответствующие им отверстия неподвижного ножа;

модуль управления установкой снабжен дополнительным программным средством для управления подачей электродной и присадочных проволок и формирования из них металлического сплава требуемого состава для изготовления изделия.

Проведенный заявителем анализ уровня техники позволил установить, что аналоги, характеризующиеся совокупностями признаков, тождественными всем признакам заявленной полезной модели, отсутствуют.

Таким образом, заявляемое техническое решение соответствует условию патентоспособности "новизна".

Изложенная сущность заявляемой полезной модели поясняется фигурами, на которых схематично представлены:

на фиг. 1 - показан общий вид установки для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой;

на фиг. 2 - показана горелка, оснащенная головкой, выполненной с узлом резки присадочных проволок, содержащим неподвижный нож в виде кольца с радиально расположенными отверстиями и ножевой элемент в виде диска с режущими зубьями;

на фиг. 3 - показано сечение А-А на фиг. 2;

на фиг. 4 - показана в сечении горелка, оснащенная головкой, выполненной с узлом резки присадочных проволок, выполненным с неподвижным ножом в виде круглой пластины с отверстиями, и ножевым элементом, выполненным четырехлезвийным.

Установка для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой содержит несущую часть 1, рабочий стол 2, трехосевую систему позиционирования 3, сварочный аппарат, модуль управления установкой (не показаны) с программными средствами, обеспечивающими процесс послойного построения изделия, баллоны с защитным газом (не показаны), горелку 4, выполненную с каналом 5 для подачи электродной проволоки 6, механизм подачи 7 электродной проволоки 6 через горелку 4.

Горелка 4 снабжена головкой 8, связанной с горелкой 4. Головка 8 содержит корпусную часть 9, насадку 10, установленную соосно горелке 4, механизм вращения 11 насадки 10, узел резки 12 присадочных проволок 13, выполненный в виде металлических и/или порошковых проволок, дополнительную насадку 14.

Узел резки 12 присадочных проволок 13 содержит размещенный в корпусной части 9 неподвижный нож 15, выполненный с отверстиями 16 с режущими кромками, и установленный на насадке 10 ножевой элемент 17.

Дополнительная насадка 14 установлена концентрично относительно насадки 10 с кольцевым зазором для подачи отрезков присадочных проволок 13 на поверхность построения.

Головка 8 также содержит систему подачи 18 присадочных проволок 13, состоящую из механизмов подачи 19, выполненных с возможностью одновременной и дозированной подачи каждой присадочной проволоки 13, требуемой для изготовления изделий заданного состава и диаметра, в соответствующие им отверстия 16 неподвижного ножа 15.

Модуль управления установкой снабжен дополнительным программным средством для управления подачей электродной и присадочных проволок и формирования из них металлического сплава требуемого состава для изготовления изделия.

Механизм вращения 11 насадки 10 состоит из электродвигателя и цилиндрического или конического редуктора (не обозначены). Механизм вращения 11 соединен с модулем управления установкой.

Узел резки 12 присадочных проволок 13 может быть выполнен с неподвижным ножом 15 и ножевым элементом 17 различной конструкции, позволяющими эффективно измельчать используемые присадочные проволоки 13 различного химического состава и диаметра.

Узел резки 12 присадочных проволок 13 может быть выполнен с неподвижным ножом 15 в виде кольца с радиально расположенными отверстиями 16 и ножевым элементом 17, выполненным в виде диска с режущими зубьями (фиг. 3).

Узел резки 12 присадочных проволок 13 может быть выполнен с неподвижным ножом 15 в виде круглой пластины с отверстиями 16 и ножевым элементом 17, выполненным по меньшей мере с одним лезвием (фиг. 4).

Механизм подачи 7 электродной проволоки 6 и каждый механизм подачи 19 присадочных проволок 13 содержат по меньшей мере два ролика (не обозначены) с приводом вращения (не показан) и направляющую трубку (не обозначена), выполненную из гибкого полимерного материала.

Насадка 10 выполнена в форме цилиндра (фиг. 2) или цилиндра, переходящего в конус, и связана подшипниковым узлом (не обозначен) с корпусной частью 9.

Дополнительная насадка 14 выполнена в форме цилиндра, переходящего в конус, или в форме усеченного конуса и связана с корпусной частью 9 или неподвижным ножом 15.

Головка 8 снабжена сопловой насадкой 20 со штуцером подачи защитного газа, установленной концентрично относительно дополнительной насадки 14, с кольцевым зазором для подачи через него защитного газа на поверхность построения.

Несущая часть 1 может быть выполнена по схеме типа портал (фиг. 1) или консоль (не показана).

Установка для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой может быть выполнена с трехосевой системой позиционирования 3 различной конструкции.

Установка для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой может быть выполнена с трехосевой системой позиционирования 3, состоящей из системы позиционирования горелки 4, оснащенной головкой 8 по координатам X и Z, и системы позиционирования рабочего стола по координате Y (фиг. 1).

Установка для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой может быть выполнена с трехосевой системой позиционирования 3, состоящей из системы позиционирования горелки 4, оснащенной головкой 8 по координатам X, Y и Z (не показана).

Установка для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой может быть выполнена с трехосевой системой позиционирования 3, состоящей из системы позиционирования рабочего стола 2 по координатам XYZ относительно неподвижно установленной горелки 4, оснащенной головкой 8 (не показана).

Модуль управления установкой, обеспечивающий процесс построения изделия, выполнен на основе программируемого контроллера.

Изготовление объемных изделий осуществляют на подложке (не показана), установленной на рабочем столе 2.

Источником проволочного материала обычно служит катушка 21 с намотанной проволокой.

Перемещение горелки 4, оснащенной головкой 8, и рабочего стола 2 по соответствующим им координатам показано стрелками (фиг. 1).

Предлагаемая установка для 3D-печати металлических изделий электродуговой наплавкой работает следующим образом.

Перед изготовлением изделия на компьютере (не показан) создают с помощью соответствующего графического программного обеспечения 3D-модель изделия.

Создание 3D-модели изделий существующих объектов осуществляют известным образом при помощи сканирующей системы, выполненной со специализированным программным средством.

Затем при помощи дополнительного программного средства на компьютере составляют рецептуры сплава из электродной 6 и присадочных проволок 13 требуемого состава для изготовления изделия.

Для составления рецептуры сплавов используют дополнительное программное средство, состоящее из таблицы металлических и порошковых проволок различного химического состава и диаметра и машиносчитываемой инструкции по составлению из них рецептур сплавов для изготовления изделий.

Рецептуру сплава требуемого изделия состава из электродной 6 и присадочных проволок 13 можно составлять вручную, вводя в программное средство электродную 6 и присадочные проволоки 13 требуемого изделия химического состава и диаметра.

Созданную на компьютере цифровую трехмерную модель построения изделия загружают через сетевой интерфейс или переносной носитель в программируемый контроллер модуля управления установкой.

Размещают подложку (не показана) на рабочем столе 2. Заправляют в механизмы подачи 7 и 19 соответственно проволоки 6 и 13, требуемые для изготовления изделия заданного состава и диаметра. Включают подачу электродной проволоки 6 и сварочный ток, подают электродную проволоку 6 механизмом подачи 7 по каналу 5 горелки 4 и через токоподводящий элемент (не показан) на поверхность построения. После того как электродная проволока 6 соприкоснется с поверхностью построения, загорается электрическая дуга. Одновременно и дозированно подают механизмами подачи 19 заданные рецептурой сплава присадочные проволоки 13 в отверстия 16 неподвижного ножа 15. Придают вращение насадке 10 механизмом 11, измельчают присадочные проволоки 13 узлом резки 12, содержащим неподвижный нож 15 и ножевой элемент 17, установленный на насадке 10. Отрезки присадочных проволок 13 (на фиг. 2 показаны точками) через кольцевой зазор,

образованный насадкой 10 и дополнительной насадкой 14, подают на поверхность построения.

Расплавляют отрезки присадочных проволок 13 электрической дугой (на фиг. 2 показана тремя стрелками), создаваемой электродной проволокой 6, и осуществляют по заданной программе обработки послойное построение изделия из расплава электродной проволоки 6 и отрезков присадочных проволок 13 требуемого изделия состава.

Защиту поверхности построения от негативного воздействия окружающей среды в зависимости от технологических требований и свойств материалов проволок осуществляют различными способами.

Процесс построения изделия осуществляют в среде защитного газа, при этом защиту поверхности построения от негативного воздействия окружающей среды можно осуществлять кольцевым потоком газа, истекающего из кольцевого зазора, образованного дополнительной насадкой 14 и сопловой насадкой 20 (на фиг. 2 показан дуговыми стрелками), или боковым потоком защитного газа, подаваемым гибким шлангом с трубчатым наконечником из баллона (не показан).

Построение изделия также осуществляют в среде защитного газа внутри герметичной камеры (не показана).

В зависимости от технологических требований в качестве защитных газов используются инертные (аргон и гелий), активные (углекислый газ, водород, кислород и азот) газы и их смеси.

Процесс построения изделия можно осуществлять в защитной среде, создаваемой по меньшей мере одной выбранной для изготовления требуемого изделия состава, самозащитной порошковой проволокой.

Самозащитная (самофлюсующаяся) порошковая проволока представляет собой трубчатую проволоку, заполненную порошкообразным наполнителем, состоящим из шлакообразующих и газообразующих компонентов.

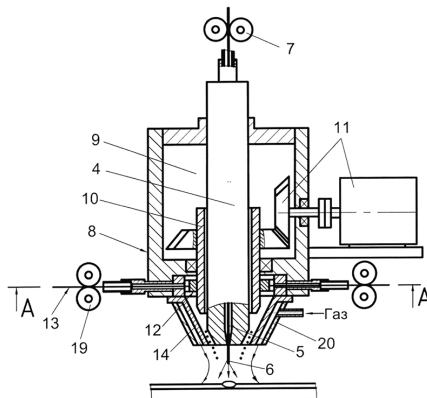
Порошковый наполнитель при расплавлении порошковой проволоки электрической дугой обеспечивает газовую и шлаковую защиту наплавляемой поверхности (сварочной ванны) от негативного воздействия окружающей среды.

Затем полученное изделие подвергают или механической обработке, или термической и механической обработке.

Аналогично осуществляют наплавку металлических покрытий на детали.

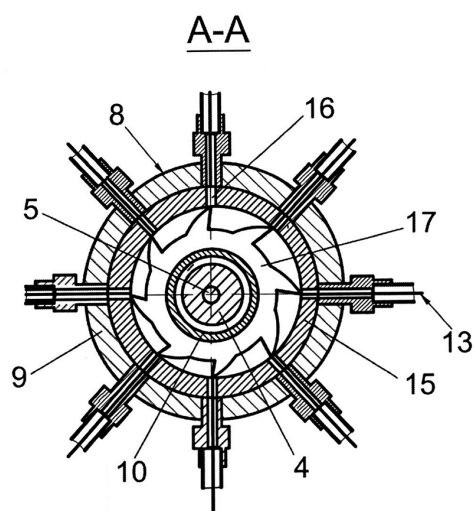
Предлагаемая установка позволяет высокопроизводительно и качественно изготавливать из различных марок проволок объемные изделия или покрытие с заданными физико-механическими свойствами и химическим составом, а также позволяет повысить технологические, эксплуатационные возможности и производительность.

Заявляемое техническое решение пригодно к осуществлению промышленным способом и соответствует условию патентоспособности "промышленная применимость".

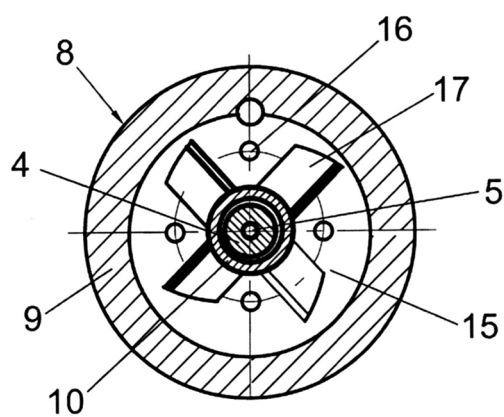


Фиг. 2





Фиг. 3



Фиг. 4