

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 202987

### ТРЕХФАЗНЫЙ ПЛАЗМОТРОН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Патентообладатели: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU), Акционерное общество «СЕФКО» (RU)*

Авторы: *Белоглазов Илья Ильич (RU), Бажин Владимир Юрьевич (RU), Фурсенко Владислав Владимирович (RU), Лербаум Валерия Владимировна (RU), Анисимов Дмитрий Олегович (RU), Анисимова Алла Юрьевна (RU)*

Заявка № 2020136511

Приоритет полезной модели 06 ноября 2020 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре полезных  
моделей Российской Федерации 17 марта 2021 г.

Срок действия исключительного права  
на полезную модель истекает 06 ноября 2030 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г. П. Ивлиев*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H05H 1/24 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020136511, 06.11.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
06.11.2020

Дата регистрации:  
17.03.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.11.2020

(45) Опубликовано: 17.03.2021 Бюл. № 8

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГУ,  
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Белоглазов Илья Ильич (RU),  
Бажин Владимир Юрьевич (RU),  
Фурсенко Владислав Владимирович (RU),  
Лербаум Валерия Владимировна (RU),  
Анисимов Дмитрий Олегович (RU),  
Анисимова Алла Юрьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский горный  
университет» (RU),  
Акционерное общество «СЕФКО» (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2578197 С9, 27.05.2016. RU  
2577332 С1, 20.03.2016. RU 2231936 С1,  
27.06.2004. WO 2008140928 А1, 20.11.2008. US  
5767627 А, 16.06.1998.

## (54) ТРЕХФАЗНЫЙ ПЛАЗМОТРОН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(57) Реферат:

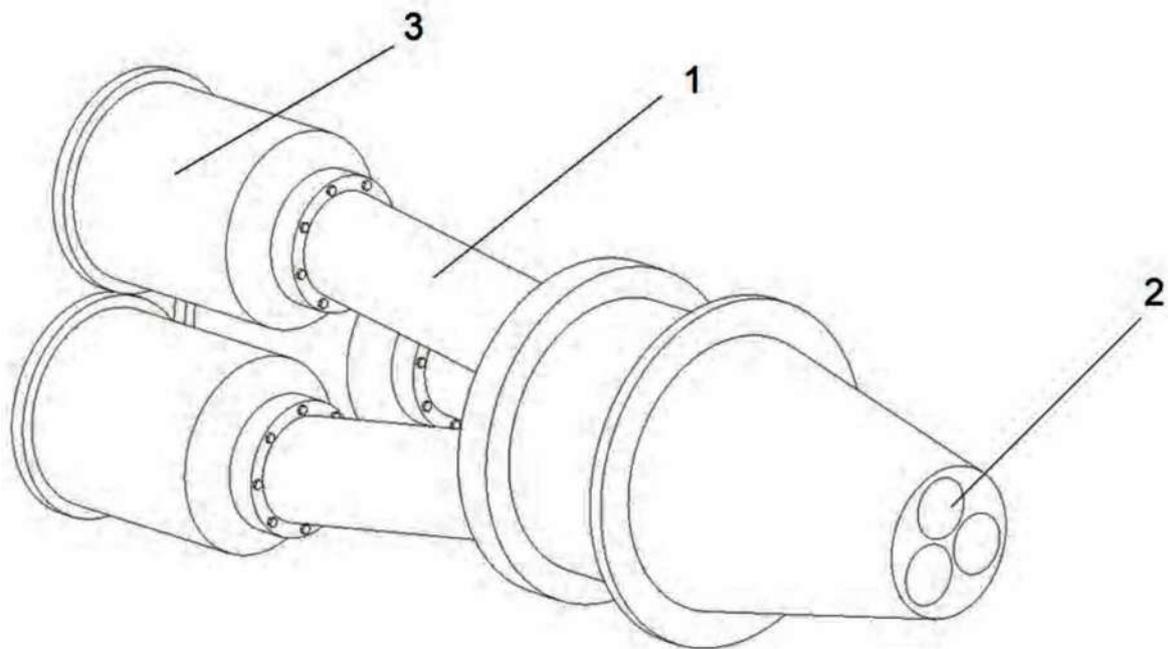
Полезная модель относится к устройствам из области электрофизики, а именно к трехфазным плазмотронам переменного тока, и может быть использована для получения низкотемпературной плазмы.

Техническим результатом предлагаемой полезной модели является повышение ресурса электродов при повышении теплового КПД трехфазного плазмотрона переменного тока.

Технический результат достигается тем, что дуговые камеры расположены под углом от 15 до 30 градусов к центральной оси плазматрона, причем на цилиндрическом электроде, установленном на каждой камере, установлен соленойд, создающий электромагнитное поле, при этом завихритель для подачи рабочего газа установлен в зоне дуги.

RU 202987 U1

RU 202987 U1



Фиг. 1

Полезная модель относится к устройствам из области электрофизики, а именно к трехфазным плазмотронам переменного тока, и может быть использована для получения низкотемпературной плазмы.

Известен плазмотрон (А.С.Коротеев, В.М. Миронов, Ю.С. Свирчук «Плазмотроны конструкции, характеристики, расчет». - М.: Машиностроение, 1993 г. 296 С), содержащий трубчатые металлические электроды с рубашками охлаждения и расположенный между электродами завихритель рабочего газа, обеспечивающий положение дуги на оси плазмотрона и изолирующий электроды друг от друга.

Недостатком является отсутствие соленоида, при этом приэлектродная часть (ножка дуги) и, соответственно, опорное пятно дуги вращаются внутри электрода только за счет газового вихря, в результате чего снижается ресурс электрода.

Известен электродуговой плазмотрон переменного тока (Патент РФ №2374791, опубл. 27.11.2009), содержащий расположенные вдоль общей оси осесимметричные трубчатые металлические электроды, разделенные между собой завихрителем газа, причем один электрод закрыт торцевой заглушкой, а второй электрод имеет отверстие для выхода горячего газа, при этом каждый электрод снабжен рубашкой водяного охлаждения наружной поверхности, причем электрод с торцевой заглушкой снабжен магнитной катушкой, охватывающей рубашку охлаждения, кроме того в этом электроде выполнена по крайней мере одна продольная сквозная щель, длина которой больше длины магнитной катушки, но меньше длины электрода, при этом щель заполнена вставкой из неэлектропроводного материала, обеспечивающей герметичность рубашки охлаждения электрода.

Недостатком является отсутствие соленоидов и дополнительных завихрителей, что приводит к значительной эрозии электрода, в результате чего снижается его ресурс.

Известен пароводяной плазмотрон (Патент РФ №2041039, опубл. 09.08.1995), содержащий корпус, установленный в нем электрододержатель с закрепленным в нем электродом, сопло, закрепленное на корпусе с зазором относительно электрода, образующим камеру формирования дуги, систему охлаждения в виде каналов и патрубков в корпусе, патрубка для подачи воды с регулирующим устройством, а также устройство парообразования, причем устройство парообразования выполнено в виде парогенератора с закрепленным на нерабочем торце плазмотрона стаканом с трубкой, имеющей ребра на наружной поверхности и установленной в стакане с зазором относительно него, и с нагревательным элементом, закрепленным на стакане, при этом полость трубки соединена с камерой формирования дуги и полостью стакана, а полость стакана соединена с системой охлаждения.

Недостатком является слабое охлаждение наиболее теплонагруженных зон, вследствие отсутствия завихрителей. Кроме того, рубашка охлаждения сопла удалена от теплонагруженных участков сопла, в результате чего ограничивается плотность тока плазменной дуги.

Известен импульсно-периодический плазмотрон (Патент РФ №2343651, опубл. 10.01.2009), содержащий блок питания и разрядное устройство, включающее последовательно расположенные блок генерации и ввода плазмы и ускорительный канал в виде коаксиально расположенных электродов анода и катода, цилиндрической или конической формы, которые подключены к блоку питания, причем блок питания выполнен в виде импульсно-периодического блока питания, а блок генерации и ввода плазмы - в виде установленного в глухом торце ускорительного канала плазмотрона непрерывного действия, выходное отверстие которого соединено с ускорительным каналом расширяющимся соплом.

Недостатком является повышенный износ электродов и нестабильный контур дугового столба, вследствие отсутствия соленоидов, расположенных на электродах.

Известен электродуговой трехфазный плазмотрон (патент РФ №2578197, опубл. 27.03.2016 г.), принятый за прототип, содержащий три осесимметричные дуговые камеры, объединенные общей смесительной камерой, снабженной соплом, и коллектор подачи рабочего газа, обтюратор, каждая дуговая камера содержит цилиндрический электрод, крышку, конфузор, электромагнитную катушку, основной и дополнительный завихрители для тангенциальной подачи рабочего газа. Трехфазный плазмотрон содержит распределительное устройство, соединенное посредством трубопроводов одной стороной с коллектором подачи рабочего газа, другой стороной с дополнительными завихрителями дуговых камер, причем распределительное устройство выполнено с возможностью плавного изменения расхода газа, подаваемого в дополнительные завихрители дуговых камер.

Недостатком является наличие в устройстве обтюлятора, посредством которого подача рабочего газа происходит в зону электродов, в результате чего происходит повышенный износ электродов.

Техническим результатом является повышение ресурса электродов при повышении теплового КПД трехфазного плазмотрона переменного тока.

Технический результат достигается тем, что дуговые камеры расположены под углом от 15 до 30 градусов к центральной оси плазматрона, причем на цилиндрическом электроде, установленном на каждой камере, установлен соленоид, создающий электромагнитное поле, при этом завихритель для подачи рабочего газа установлен в зоне дуги.

Трехфазный плазмотрон переменного тока поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - общий вид трехфазного плазмотрона переменного тока;  
фиг. 2 - вид сбоку трехфазного плазмотрона переменного тока в разрезе, где:

- 1 - дуговой канал;
- 2 - сопло;
- 3 - смесительная камера;
- 4 - конфузор;
- 5 - цилиндрический электрод;
- 6 - соленоид;
- 7 - основной завихритель;
- 8 - дополнительный завихритель;
- 9 - коллектор,

фиг 3 - зависимость мощности плазматрона от массового расхода воздуха с учетом угла наклона дуговых каналов  $\alpha$  к центральной оси.

Трехфазный плазмотрон переменного тока (фиг. 1, 2) содержит три дуговых канала 1, каждый из которых заканчивается соплом 2 и закреплен на отдельной смесительной камере 3 через конфузор 4. Дуговые каналы 1 расположены симметрично относительно центральной оси (X) трехфазного плазмотрона. Внутри дуговых каналов 1 на стенках закреплен цилиндрический электрод 5. Над цилиндрическим электродом 5 закреплен соленоид 6. Снаружи смесительных камер 3 выполнены сквозные отверстия, в которые установлены основные завихрители 7. Дополнительные завихрители установлены в отверстия, выполненные на дуговом канале 1, после конфузоров 4, соединены через трубки с коллектором 8. Дуговые каналы 1 установлены под углом  $\alpha$  от 15 до 30 градусов к центральной оси (X) трехфазного плазмотрона переменного тока.

За счет расположения дуговых камер 1 под углом  $\alpha$  от 15 до 30 градусов к

центральной оси (X) формируется стабильный внешний участок горения дуг за пределами плазматрона, где происходит межфазная коммутация, в результате чего повышается тепловой КПД трехфазного плазматрона переменного тока. При  $\alpha$  менее 15 градусов значительно уменьшается длина участка дугового столба и диаметр дуги, в результате чего падает мощность и тепловой КПД трехфазного плазматрона переменного. При  $\alpha$  более 30 градусов так же происходит сокращение длины дугового столба при одинаковой скорости подачи плазмообразующей среды, в результате чего мощность и тепловой КПД трехфазного плазматрона переменного тока также не повышается фиг. 3.

Устройство работает следующим образом. Рабочий газ из коллектора 9 подается через основные завихрители 7 и дополнительные завихрители 8 в зону дуговых каналов 1. На цилиндрические электроды 5 подается трехфазное рабочее напряжение, и посредством системы поджига одновременно включаются дуги во всех трех электродах. За счет магнитного поля, которое создает соленоид 6, установленный над цилиндрическими электродами 5, пятна дуги непрерывно вращаются вдоль внутренних поверхностей полых цилиндрических электродов 5. Образовавшиеся после поджига дуговые разряды движутся под действием потока газа и выдуваются через смесительные камеры 3 и конфузоры 4 в дуговые каналы 1. Через близко расположенные сопла 2 дуговых каналов 1 выдувается поток плазмы, на выходе из каналов дуги замыкаются между собой, образуя нулевую точку в плазме.

За счет установки соленоида 6, создающего электромагнитное поле, обеспечивается снижение эрозии электродов это происходит в результате вращения пятна дуги по внутренней стенке электродов.

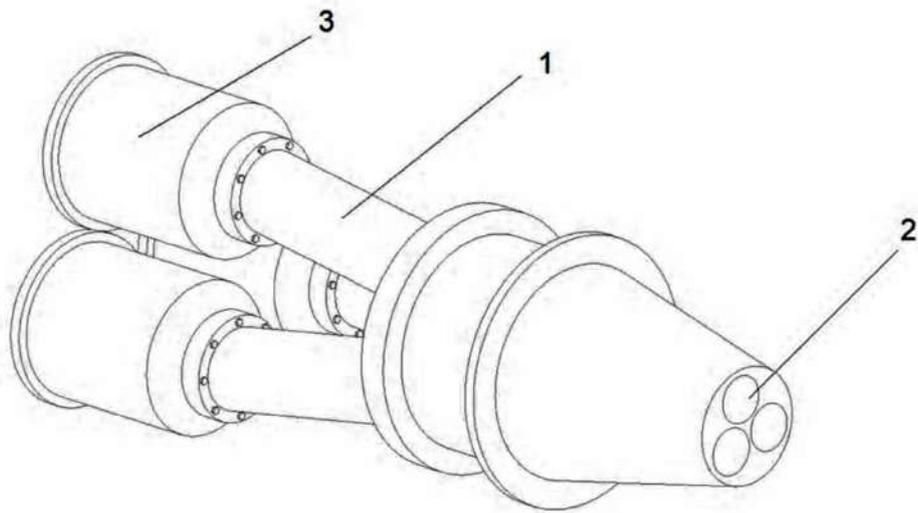
Установка дополнительного завихрителя 8 для подачи рабочего газа в зону дуги обеспечивает тангенциальную подачу плазмообразующего газа в каждый дуговой канал 1, тем самым обеспечивается осевая стабилизация дуги. Вихревой поток плазмообразующего газа также защищает стенки канала от длительного теплового воздействия

Предложенный трехфазный плазматрон переменного тока характеризуется высокими значениями КПД и продолжительным ресурсом непрерывной работы электродов.

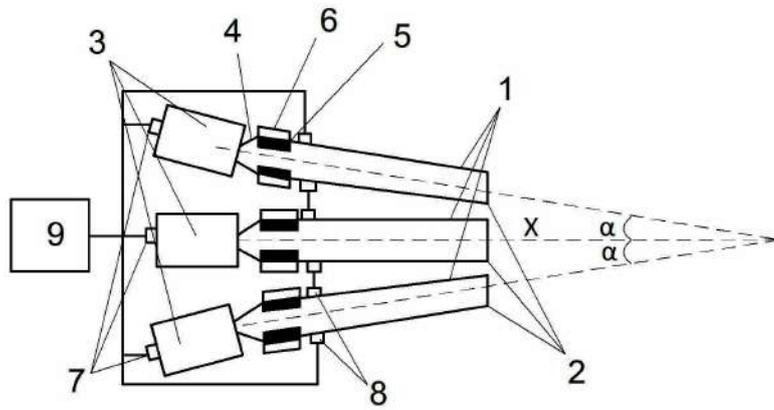
#### (57) Формула полезной модели

Трехфазный плазматрон переменного тока, содержащий три осесимметричные дуговые камеры, снабженные соплами, и коллектор подачи рабочего газа, причем каждая дуговая камера содержит цилиндрический электрод, конфузор и основной завихритель для подачи рабочего газа, отличающийся тем, что каждый дуговой канал имеет отдельную смесительную камеру, при этом дуговые каналы расположены под углом от 15 до 30 градусов к центральной оси плазматрона, внутри дуговых каналов закреплены цилиндрические электроды, над которыми на расстоянии установлены соленоиды, при этом дополнительные завихрители установлены в отверстия, которые выполнены на дуговом канале после конфузоров и соединены через трубки с коллектором.

1

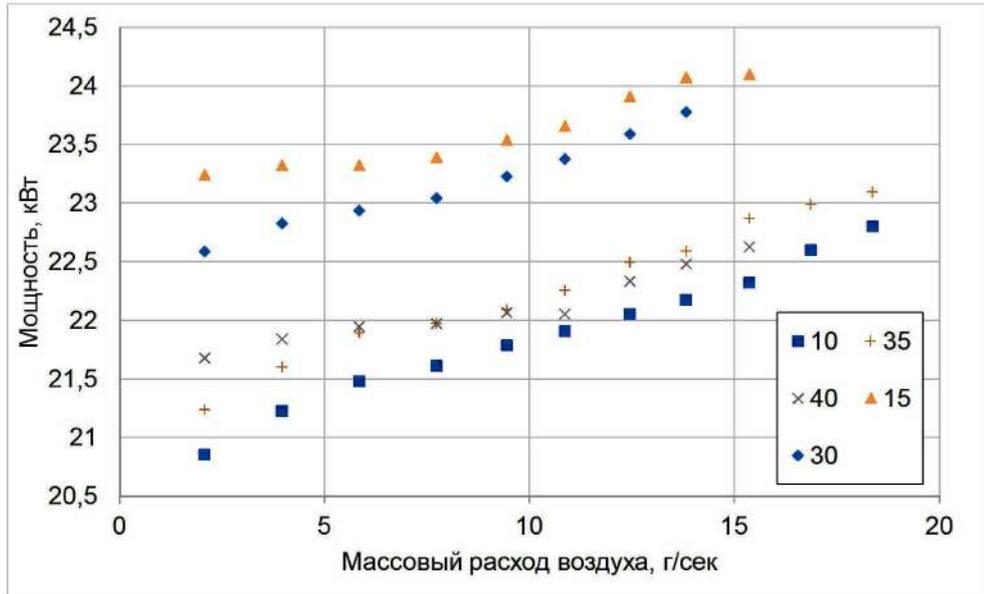


Фиг. 1



Фиг. 2

2



Фиг. 3