

УСТАНОВКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ТУГОПЛАВКИХ МАТЕРИАЛОВ С АКТИВАЦИЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРА НА БАЗЕ СТАНКА УТМ

Александр Евгеньевич Зверовщиков¹,
Сергей Александрович Нестеров²,
Виталий Сергеевич Родионов³,
Владимир Зиновьевич Зверовщиков⁴,
Дмитрий Алексеевич Борисов⁵

^{1,2,3,4,5} Пензенский государственный университет,
Пенза, Россия

Аннотация. Рассматриваются усовершенствование способа электродугового диспергирования твердосплавного материала с целью получения твердосплавного порошка. Показано, что совершенствование технологии диспергирования достигается путем активации поверхности материала воздействием лазерного луча.

Ключевые слова: совершенствование, диспергирование, твердосплавной материал, активация поверхности, лазер

INSTALLATION FOR ELECTRIC ARC DISPERSION OF REFRACTORY MATERIALS WITH LASER SURFACE ACTIVATION

Alexander E. Zverovshchikov¹,
Sergei A. Nesterov²,
Vitaly S. Rodionov³,
Vladimir Z. Zverovshchikov⁴,
Dmitry A. Borisov⁵

^{1,2,3,4,5} Penza State University, Penza, Russia

Abstract. The article deals with the issues of dispersion of carbide material in order to obtain carbide powder. It is shown that the improvement of the dispersion technology is achieved by activating the surface of the material by the action of a laser beam.

Keywords: improvement, dispersion, carbide material, surface activation, laser

Развитие современной техники тесно связано с получением новых материалов, повышением их свойств, снижением стоимости промышленного производства возможности их многократной утилизации и повторного использования в условиях истощения не возобновляемых источ-

ников сырья, в частности вольфрамового, значительная доля которого приходится на изготовление твердых сплавов, покрытий, быстрорежущих сталей, легированных сталей. Твердые сплавы из спеченного карбида вольфрама активно используются во всех областях промышленности: обработка металлов резанием, шлифование, штамповка и т.д. С задачами получения материалов тесно связаны проблемы создания ресурсосберегающих и экологически чистых процессов их получения. Определенную перспективу в этом плане представляет относительно простой способ получения мелкодисперсного порошка тугоплавкого материала, разработанный А. Е. Зверовщиковым, где исходными материалами служат компактные образцы, в том числе отходы твердых сплавов, образующихся при производстве изделий [1–2].

На рис. 1. представлена принципиальная схема реализации способа, а на рис. 2. показан фрагмент вида сверху с факелом распыления расплавленных частиц

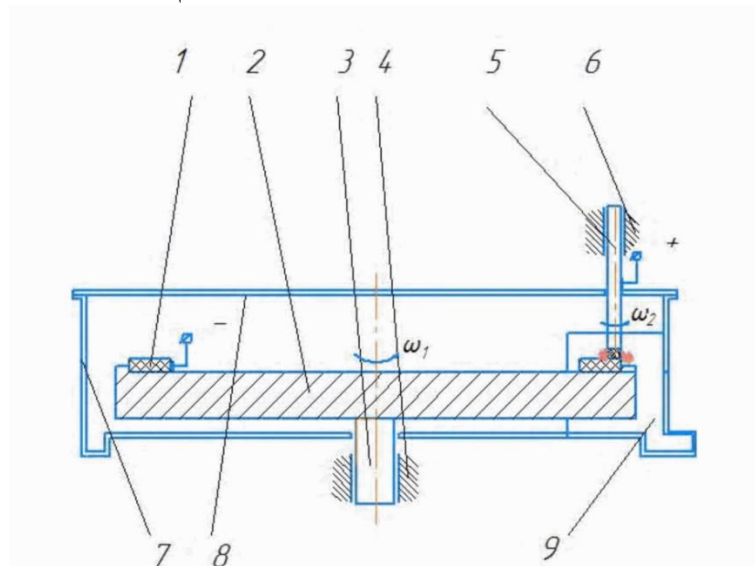


Рисунок 1 – Схема реализации способа. Обозначено:

- 1 – неразрушаемый электрод; 2 – диск; 3 – вал; 4 – подшипник;
- 5 – разрушаемый электрод; 6 – опора; 7 – камера; 8 – крышка; 9 – поддон

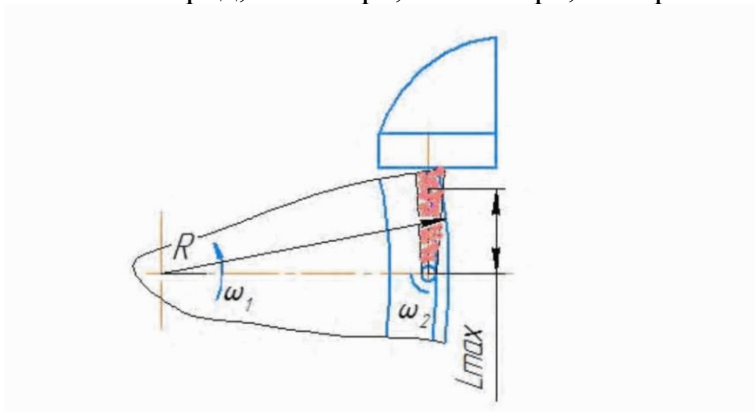


Рисунок 2 – Фрагмент вида сверху с факелом распыления расплавленных частиц

Способ осуществляют следующим образом. В камеру 1 подают инертный газ. Перемещают разрушаемый электрод 5 к неразрушаемому (графитовому) электроду 1 до возникновения электрической дуги между электродами. Включают рабочую осевую подачу S электрода 5 для поддержания электрической дуги, одновременно сообщают электроду 1, установленному на диске 2 вращение от вала 3 с угловой скоростью ω_1 в опоре 4 (привод вращения вала на схеме не показан) и разрушаемому электроду 5 вращения вокруг собственной оси в опоре 6 с угловой скоростью ω_2 в одинаковом направлении, например, против часовой стрелки как показано на схеме.

Под действием электрической дуги металл на разрушаемом электроде 5 разрушается. Образовавшийся расплав под действием центробежных сил, возникающих при вращении диска 2 смещается к периферийной кромке кольцевого электрода 1 и срывается с нее в виде мелких капель, которые распыляются, приобретают сферическую форму, охлаждаются и кристаллизуются в полете в атмосфере инертного газа в камере 7. Образовавшийся порошок попадает в ловушку 9, соответствующую размерам факела распыления.

При диспергировании твердосплавного материала методом электродугового расплава возникают тепловые деформации стержня, приводящие к разрушению материала и образованию крупных частиц произвольной формы, засоряющих получаемый порошок. Доля таких частиц в порошке, составляет до 30%. Для этого произведена модернизация установки и способа получения мелкодисперсного порошка.

Способ получения мелкодисперсного порошка тугоплавкого материала, включающий подачу разрушаемого, прогретого лазерным лучом электрода-анода из металла получаемого порошка к поверхности вращающегося неразрушаемого электрода-катода до появления электрической дуги между электродами с образованием и распылением расплава под действием центробежных сил до образования мелкодисперсных капель с их кристаллизацией при охлаждении в полете, отличающийся тем, что разрушаемый электрод анод подвергается дополнительному прогреванию лазерным лучом для увеличения перепада температурного градиента, во избежание охрупчивания материала разрушаемого электрода – анода и предотвращения его скалывания рядом с зоной электродугового расплава, при этом средняя мощность лазерного излучения будет зависеть от материала разрушаемого электрода-анода. Принципиальная схема приведена на рис. 3.

Способ осуществляют следующим образом. В камеру 1 подают инертный газ. Перемещают разрушаемый электрод 5 к неразрушаемому (графитовому) электроду 1 до возникновения электрической дуги между электродами.

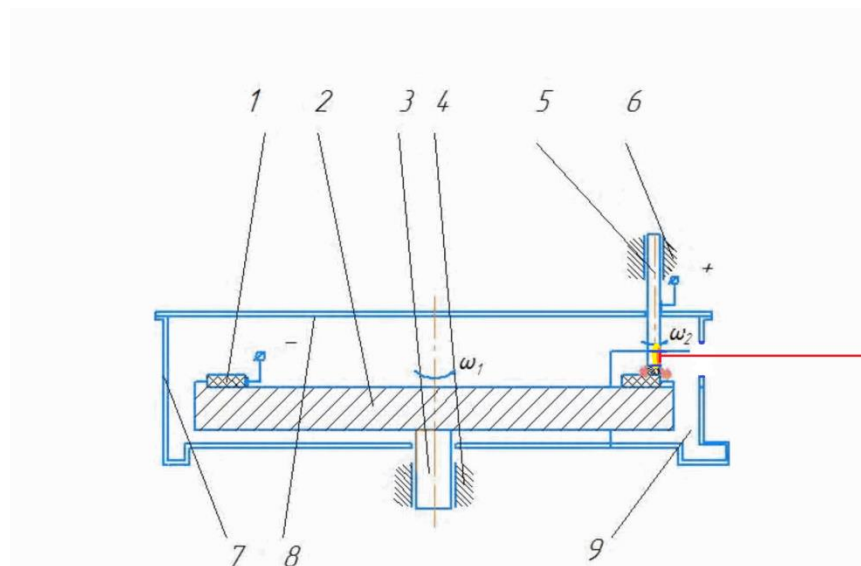


Рисунок 3 – Схема реализации способа

1 – неразрушаемый электрод; 2 – диск; 3 – вал; 4 – подшипник;
5 – разрушаемый электрод; 6 – опора; 7 – камера; 8 – крышка; 9 – поддон

Включают рабочую осевую подачу S электрода 5 для поддержания электрической дуги, одновременно сообщают электроду 1, установленному на диске 2 вращение от вала 3 с угловой скоростью ω_1 в опоре 4 (привод вращения вала на схеме не показан) и разрушаемому электроду 5 вращения вокруг собственной оси в опоре 6 с угловой скоростью ω_2 в одинаковом направлении, например, против часовой стрелки как показано на схеме. Одновременно с этим осуществляют подачу лазерного луча на разрушаемый электрод 5 выше зоны электродугового расплава. Под действием электрической дуги металл на разрушаемом электроде 5 разрушается. Лазерный луч разогревает поверхность электрода 5 и обеспечивает отдаление границ температурного градиента от зоны электродугового плавления, предотвращая охрупчивание и скалывание материала. Образовавшийся расплав под действием центробежных сил, возникающих при вращении диска 2 смещается к периферийной кромке кольцевого электрода 1 и срывается с нее в виде мелких капель, которые распыляясь, приобретают сферическую форму, охлаждаются и кристаллизуются в полете в атмосфере инертного газа в камере 7. Образовавшийся порошок попадает в ловушку 9, соответствующую размерам факела распыления.

Для реализации способа была реализована установка на базе станка ВТМ (производство СтанкоМашСтрой), приведенная на рисунке 4.

Таким образом, воздействуя лазером на твердосплавный электрод, происходит расширение границ температурного градиента от зоны расплава, что способствует предотвращению охрупчивания стержня, с его последующим разрушением.



Рисунок 4 – Установка на базе станка VTM

Список литературы

1. Патент 2746197 Российская Федерация B22F 9/10; B22F 9/14. Способ получения мелкодисперсного порошка тугоплавкого материала / Зверовщikov А. Е., Зверовщikov В. З., Колмаков К. М., Борисов Д. А. Оpubл. 08.04.2021 в БИ № 10.

2. Верхотуров А. Д., Дворник М. И., Ершова Т. Б., Зайцев А. В. Получение вольфрамокобальтовых дисперсных порошков электроэрозионным диспергированием компактных образцов твердых сплавов, в том числе отходов // Технологии материалов / Институт прикладной физики Академии наук Молдовы. 2015. № 2. С. 8–13.

Информация об авторах / Information about the authors

Александр Евгеньевич Зверовщikov

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Технологии
и оборудование машиностроения»,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)
e-mail: azwer@mail.ru

Alexander E. Zverovshchikov

Doctor of Technical Sciences,
Professor, Professor of the
Department of "Technologies
and Equipment of Mechanical
Engineering", Penza State
University (40 Krasnaya street,
Penza, Russia)

Сергей Александрович Нестеров

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Технологии
и оборудование машиностроения»,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)
e-mail: nesterserg@ya.ru

Sergei A. Nesterov

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Associate
Professor of the Department
of "Technologies and Equipment
of Mechanical Engineering", Penza
State University (40 Krasnaya
street, Penza, Russia)

Виталий Сергеевич Родионов
магистрант, Пензенский
государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
e-mail: vrodionov336@gmail.com

Vitaly S. Rodionov
Master of the Department,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Владимир Зиновьевич Зверовщиков
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Технологии
и оборудование машиностроения»,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)
e-mail: wzzwer@mail.ru

Vladimir Z. Zverovshchikov
Doctor of engineering sciences,
professor, professor of the
sub-department of "Technologies
and equipment of mechanical
engineering", Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Дмитрий Алексеевич Борисов
аспирант кафедры «Технологии
и оборудование машиностроения»,
Пензенский государственный
университет (Россия, г. Пенза,
ул. Красная, 40)
e-mail: Steerman70098@yandex.ru

Dmitry A. Borisov
Postgraduate student of the
Department of "Technologies
and equipment of mechanical
engineering", Penza State
University (40 Krasnaya street,
Penza, Russia)