

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 24777

(13) С1

(45) 2026.01.05

(51) МПК

C 21D 8/00 (2006.01)

C 21D 1/04 (2006.01)

## (54) СПОСОБ ТЕРМОЗВУКОВОГО УПРОЧНЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ

(21) Номер заявки: а 20240163

(22) 2024.07.18

(71) Заявитель: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет" (ВУ)

(72) Авторы: Шеменков Владимир Михайлович; Жигалов Анатолий Николаевич; Рабыко Марина Александровна; Юманова Анна Николаевна; Шеменков Владислав Владимирович; Юманов Дмитрий Николаевич; Рабыко Андрей Сергеевич; Каплунов Александр Алексеевич; Дудкина Софья Сергеевна; Зененков Алексей Юрьевич; Башаримов Максим Владимирович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования "Белорусско-Российский университет" (ВУ)

(56) ВУ 21049 С1, 2017.

RU 2078835 С1, 1997.

RU 2040551 С1, 1995.

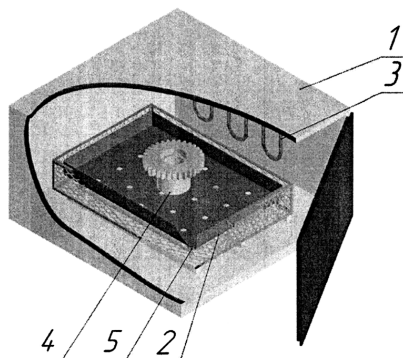
RU 2100456 С1, 1997.

RU 2422540 С1, 2011.

RU 2007479 С1, 1994.

(57)

Способ термозвукового упрочнения изделия, при котором изделие помещают в резонансную камеру термической печи, в которой создают избыточное давление в диапазоне от 1,5 до 2,0 бар с часовым потреблением воздуха в объеме от 2,5 до 2,9 м<sup>3</sup>, нагревают изделие до температуры, составляющей от 0,1 до 0,5 температуры плавления материала изделия, и выдерживают в течение времени, необходимого для объемного нагрева изделия до указанной температуры, с последующим поддержанием температуры в термической печи, и одновременно осуществляют воздействие колебаниями звуковой частоты в диапазоне от 160 до 800 Гц в течение времени, равного по меньшей мере 2 мин на 1 мм сечения изделия по наибольшему размеру.



ВУ 24777 С1 2026.01.05

# BY 24777 C1 2026.01.05

Изобретение относится к области звукового упрочнения поверхности изделий немеханическими способами и может быть использовано в приборостроении, машиностроении, инструментальном производстве, а также в других отраслях промышленности.

Известен способ упрочнения изделий и установка для его осуществления, включающий нагрев до заданной температуры и воздействие в процессе охлаждения на изделие механических колебаний звуковой частоты, отличающийся тем, что нагрев осуществляют от 140 до 300 °С, а воздействие колебаниями ведут на звуковой частоте от 100 до 3000 Гц мощностью 170-180 дБ в течение от 3 до 20 мин [1].

К недостаткам известного способа относится ограниченность его технологических возможностей, т. к. он не обеспечивает дополнительного повышения твердости и износостойкости, а воздействие ультразвука использовано для косвенной оценки эффекта снятия напряжений в инструменте.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому положительному эффекту к заявленному изобретению относится способ упрочнения изделия из инструментального твердосплавного материала или стали, в котором осуществляют два цикла упрочнения, в каждом из которых нагревают изделие до температуры, которая составляет от 10 до 30 % температуры плавления изделия, и выдерживают в течение времени, равного по меньшей мере 1,6 мин на 1 мм наибольшего размера упрочняемого изделия, после чего осуществляют аэродинамическое воздействие колебаниями звуковой частоты в диапазоне от 160 до 800 Гц в течение времени, составляющего от 30 до 40 % от времени выдержки на первом цикле упрочнения и от 20 до 30 % от времени выдержки на втором цикле упрочнения, воздухом с подающим давлением на каждом из циклов в диапазоне от 1,5 до 2,0 бар, часовым потреблением воздуха на первом цикле в объеме от 2,5 до 2,9 м<sup>3</sup> и с увеличенным на 70-80 % часовым потреблением воздуха на втором цикле по сравнению с первым циклом, после чего осуществляют два цикла старения при температуре от 150 до 170 °С в течение времени, равного времени выдержки, с последующим охлаждением на воздухе до полного остывания изделия [2].

Однако указанный способ упрочнения изделия из инструментального твердосплавного материала или стали имеет низкую производительность, малую энергоэффективность процесса, а также отсутствие стабильного температурного режима изделия.

Задачей настоящего изобретения является сокращение времени упрочнения при отсутствии операции по перемещению изделия из термической печи в рабочую камеру для звукового воздействия, в результате чего не изменяется температурный режим изделия, что приводит к увеличению производительности и энергоэффективности процесса упрочнения.

Указанная задача достигается использованием способа термозвукового упрочнения изделий, при котором изделие помещают в резонансную камеру термической печи, в которой создают избыточное давление в диапазоне от 1,5 до 2,0 бар с часовым потреблением воздуха в объеме от 2,5 до 2,9 м<sup>3</sup>, нагревают изделие до температуры, составляющей от 0,1 до 0,5 температуры плавления материала изделия, и выдерживают в течение времени, необходимого для объемного нагрева изделия до указанной температуры с последующим поддержанием температуры в термической печи, и одновременно осуществляют воздействие колебаниями звуковой частоты в диапазоне от 160 до 800 Гц в течение времени, равного по меньшей мере 2 мин на 1 мм сечения по наибольшему размеру.

Сущность изобретения поясняется фигурой. На фигуре изображена схема, характеризующая способ термозвукового упрочнения изделий, где 1 - термическая печь, 2 - резонансная камера, 3 - нагревательный элемент, 4 - упрочняемое изделие, 5 - резонаторы.

Способ термозвукового упрочнения изделий осуществляется следующим образом.

Производят подключение устройств, для чего в термическую печь 1 в резонансную камеру 2 размещают упрочняемое изделие 4. В термической печи 1 создается избыточное давление в диапазоне от 1,5 до 2,0 бар с часовым потреблением воздуха в объеме от 2,5 до

# ВУ 24777 С1 2026.01.05

2,9 м<sup>3</sup>, контролируемое манометром (на фигуре не указан). После этого осуществляют разогрев нагревательных элементов 3 до достижения температуры упрочняемого изделия 4 до температуры от 0,1 до 0,5 температуры плавления материала изделия. Нагревание осуществляют в течение как минимум 1 мин на 1 мм сечения изделия по наибольшему размеру. После нагрева осуществляется выдержка упрочняемого изделия 4 с одновременным при помощи резонаторов 5 звуковым давлением при частоте звукового поля в диапазоне, начиная от 160 Гц и нарастающем до 800 Гц, позволяющих обеспечивать вхождение в резонанс стенок резонансной камеры 2, выполненной в виде коробки прямоугольного сечения без крышки с отверстиями. При таких режимах получают в резонансной камере 2 звуковое давление и частоту звукового поля, необходимые и достаточные для осуществления структурно-фазового модифицирования изделий.

Источники информации:

1. RU 2078835C1, 1997.
2. ВУ 21049, 2015.