

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2611980

СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИНСТРУМЕНТОВ, ОСНАЩЕННЫХ РЕЖУЩЕЙ КЕРАМИКОЙ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Максаров Вячеслав Викторович (RU),
Халимоненко Алексей Дмитриевич (RU)*

Заявка № 2015150214

Приоритет изобретения 23 ноября 2015 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 01 марта 2017 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 23 ноября 2035 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015150214, 23.11.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.11.2015Дата регистрации:
01.03.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.11.2015

(45) Опубликовано: 01.03.2017 Бюл. № 7

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Максаров Вячеслав Викторович (RU),
Халимоненко Алексей Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1415151 A1 07.08.1988. RU
2272275 C1 20.03.2006. RU 2459192 C1
20.08.2012. JP 57171244 A 21.10.1982.

(54) СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИНСТРУМЕНТОВ, ОСНАЩЕННЫХ РЕЖУЩЕЙ КЕРАМИКОЙ

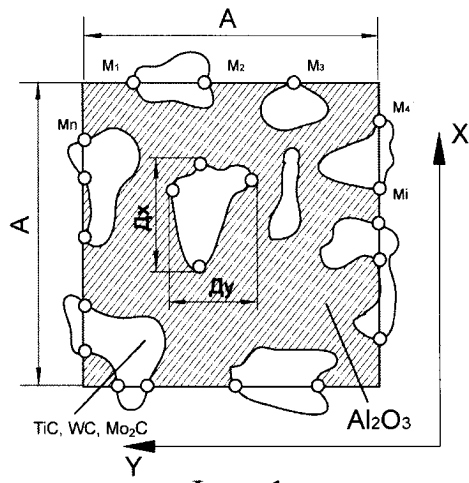
(57) Реферат:

Изобретение относится к области обработки металлов резанием и может быть использовано для прогнозирования или контроля работоспособности (прочности, износостойкости) керамических пластин режущих инструментов при их изготовлении, использовании или сертификации. Сущность: осуществляют испытания на изменение величины исходного параметра от свойств структуры, сформированной в процессе изготовления режущего инструмента, построение эталонной корреляционной зависимости «исходный параметр - износостойкость», контроль только

величины исходного параметра у текущей партии режущих инструментов и прогнозирование работоспособности (износостойкости) для текущей партии инструментов на основании зависимости. В качестве исходного параметра предлагается использовать величину удельного электрического сопротивления режущей керамики. Технический результат: повышение качества обработки точных элементов заготовок деталей машин за счет определения (прогнозирования) работоспособности инструмента, оснащенного режущей керамикой. 3 ил.

RU 2 611 980 C1

RU 2 611 980 C1



Фиг. 1

RU 2611980 C1

RU 2611980 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015150214, 23.11.2015**(24) Effective date for property rights:
23.11.2015Registration date:
01.03.2017

Priority:

(22) Date of filing: **23.11.2015**(45) Date of publication: **01.03.2017** Bull. № 7

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel
intelektualnoj sobstvennosti i transfera tekhnologij
(otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

**Maksarov Vyacheslav Viktorovich (RU),
Khalimonenko Aleksej Dmitrievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **METHOD OF FORECASTING OPERABILITY OF TOOLS EQUIPPED WITH CUTTING CERAMICS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to the field of metal cutting and can be used to forecast or control the operability (strength, durability) of the ceramic plates of cutting tools in their manufacturing, using or certification. Substance: testing for the input parameter value change due to the properties of the structure formed in the process of manufacturing cutting tools, plotting the reference-correlation relationship "input parameter - wear resistance", monitoring only the input parameter value in the current batch of cutting tools,

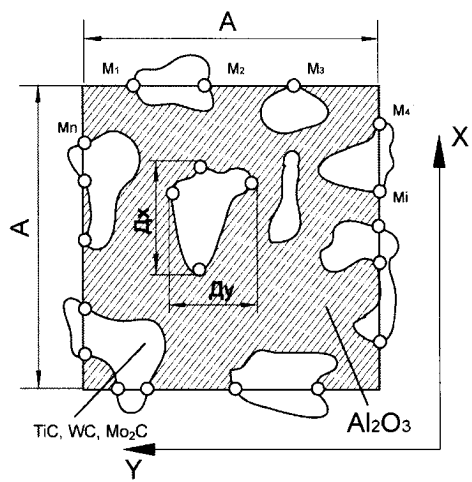
and forecasting the operability (wear resistance) for the current batch of the instruments based on dependence are carried out. The value of electrical resistivity of cutting ceramics is proposed to be used as the input parameter value.

EFFECT: invention enhances the processing quality of the precision components of machine part billets by determining (forecasting) the operability of an instrument equipped with cutting ceramics.

3 dwg

RU 2611980 C1

RU 2611980 C1



Фиг. 1

Изобретение относится к области обработки металлов резанием и может быть использовано для прогнозирования или контроля работоспособности (прочности, износостойкости) керамических пластин режущих инструментов при их изготовлении, использовании или сертификации.

5 Известен способ определения износостойкости твердых сплавов (авторское свидетельство СССР №268720, опубл. 01.01.1970 г.), заключающийся в том, что испытуемый материал помещают в переменное магнитное поле, измеряют магнитную проницаемость материала и по градировочному графику «магнитная проницаемость - стойкость», построенному для эталонного образца, определяют величину
10 износостойкости материала.

Недостатками является то, что при измерении не учитывается влияние массы и размагничивающего фактора изделий, имеющих часто различные формы и габаритные размеры, на величину магнитной проницаемости, что приводит к снижению точности измерений. Кроме того, эксплуатационная характеристика - износостойкость,
15 контролируется данным способом посредством оценки физического состояния с помощью относительной магнитной проницаемости только в одной из составляющих материала - кобальтовой связке. Поэтому с помощью данного способа производится, по существу, оценка относительной магнитной проницаемости кобальта, его количество и деформационное состояние. При этом совершенно не учитываются другие свойства
20 поверхности и объема инструментального материала, в том числе адгезионное состояние на границах фаз и в объеме компонентов материала инструмента. Вследствие рассмотренных причин, этот способ отличается низкой точностью при оценке износостойкости инструментальных материалов, круг которых ограничен присутствием в них кобальтовой связки.

25 Известен способ контроля режущих свойств партии твердосплавных инструментов (авторское свидетельство СССР №1651155, опубл. 23.05.1991 г.), заключающийся в том, что на инструмент воздействуют путем равномерно распределенного импульсного нагрева, затем регистрируют хронологическую термограмму, в качестве параметра контроля определяют коэффициент температуропроводности, а режущие свойства
30 инструментов всей партии определяют, используя зависимость износостойкости инструмента от температуропроводности.

Недостатком способа является трудность точного определения скорости распространения тепла в материалах, в которых носителями тепла являются свободные электроны, что приводит в итоге к высокой стоимости регистрирующей аппаратуры
35 и всей операции в целом. Вследствие этого данный способ контроля является малоперспективным для использования, как в лабораторных, так и в производственных условиях.

Известен способ прогнозирования износостойкости твердосплавных режущих инструментов (патент РФ №2251095, опубл. 27.04.2005 г.), согласно которому проводят
40 эталонные испытания режущих пластин инструментов при близкой к оптимальной скорости резания. Проводят испытания на изменение величины исходного параметра от свойств поверхностной полиоксидной структуры твердого сплава, сформированной в процессе его нагревания, строят эталонную корреляционную зависимость «исходный параметр - износостойкость», выполняют статистический контроль только величины
45 исходного параметра для текущей партии режущих инструментов. После этого прогнозируют износостойкость для текущей партии инструментов. В качестве исходного параметра при этом используют величину времени жизни позитронов, внедренных в поверхность и приповерхностные слои твердых сплавов, и производят оценку

электронной плотности их структуры. По величине электронной плотности прогнозируют износостойкость изготовленных режущих инструментов.

Основным недостатком данного способа является высокая организационная сложность в его осуществлении, так как для реализации этого способа необходим радиоактивный источник, для которого необходимо иметь специальное помещение для его хранения, измерение соответствующих параметров и обработку полученных результатов может производить только специально подготовленный и обученный персонал.

Известен способ прогнозирования износостойкости твердосплавных режущих инструментов (патент РФ №2518238, опубл. 10.06.2014 г.), согласно которому проводят испытание инструмента для определения изменения величины исходного параметра в зависимости от свойств структуры, сформированной в процессе изготовления режущего материала. Проводят эталонные испытания на износостойкость в процессе резания материалов, вызывающих интенсивный адгезионный износ на близкой к оптимальной скорости резания. Строят эталонную корреляционную зависимость «исходный параметр - износостойкость». Осуществляют статистический контроль у текущей партии режущих инструментов только величины исходного параметра, в качестве которого используют величину концентрации водорода, содержащегося во внутренней структуре материала, с уменьшением которой износостойкость режущих инструментов возрастает.

Прогнозирование износостойкости для текущей партии твердосплавных инструментов осуществляют на основании зависимости.

Основным недостатком данного способа является проведение эталонных испытаний, при которых партия инструментов, предназначенная для испытания, не может быть использована в дальнейшем для процесса обработки, так как характер их износа является критическим или приближен к нему. Кроме этого, данный способ применяется в основном для определения износостойкости инструментов на основе твердых сплавов, поэтому прогнозирование работоспособности инструментов из других материалов фактически с такой же степенью точности маловероятно.

Известен способ прогнозирования износостойкости твердосплавных режущих инструментов (патент РФ №2459192, опубл. 20.08.2012 г.), принятый за прототип, при котором осуществляют проведение эталонных испытаний на износостойкость в процессе резания материалов при оптимальной скорости резания. Проводят испытания на изменение величины исходного параметра от свойств структуры, сформированной в процессе изготовления режущего инструмента. Осуществляют построение эталонной корреляционной зависимости «исходный параметр - износостойкость». Контролируют только величину исходного параметра у текущей партии твердосплавных режущих инструментов и прогнозируют износостойкость для текущей партии инструментов на основании зависимости. В качестве исходного параметра используют площадь гистерезисной петли, полученной при контроле поверхностной термо-эдс с включенным и выключенным нагревом горячего зонда, с увеличением площади которой износостойкость возрастает.

Недостаток данного способа заключается в том, что при его использовании отсутствует вероятность получения достоверного результата, если в качестве инструментального материала используется не твердый сплав, а режущая керамика.

Таким образом, данный способ интересен тем, что по изменению исходного параметра инструментального материала контролируются параметры его структуры, влияющие на его работоспособность (износостойкость).

Техническим результатом является повышение качества обработки точных элементов

заготовок деталей машин за счет определения (прогнозирования) работоспособности инструмента, оснащенного режущей керамикой.

Технический результат достигается тем, что в качестве исходного параметра используют величину удельного электрического сопротивления режущей керамики, с увеличением которой работоспособность инструмента возрастает.

Способ поясняется следующими фигурами.

Фиг. 1 - параметры микроструктуры режущей керамики.

Режущая керамика состоит из основной фазы - 75% оксида алюминия, и зерен карбидов титана, вольфрама и молибдена. Режущие свойства керамики зависят от микроструктурных параметров - диаметра карбидных зерен D_{CP} , их количества N , суммарной линии протяженности границ зерен C и процента пористости P материала. Количество зерен карбидов определяется исходя из $N = P + 0,5P - 1$, где P - количество зерен, не пересекающихся с ограничивающим квадратом площадью $S = 625$ мкм (согласно тарированной сетке окуляра микроскопа); P - количество зерен, пересекающихся с ограничивающим квадратом. Суммарная линия протяженности границ карбидных

зерен определяется исходя из $C = 0,35 \frac{M}{A}$, $1/\text{мм}^2$, где M - число пересечений границ

зерен со стороной квадрата A . Средний диаметр карбидных зерен определяется исходя

из $D_{CP} = \frac{\sum D_{X,Y}}{N}$, где $D_{X,Y}$ - средний диаметр зерен по оси X и Y . Чем меньше

диаметр карбидных зерен, больше их количество, длиннее суммарная линия протяженности границ карбидных зерен и меньше процент пористости материала, тем лучше его режущие свойства (прочность, износостойкость) и соответственно больше работоспособность.

Фиг. 2 - схема определения удельного электрического сопротивления режущей керамики.

Удельное электрическое сопротивление керамической пластины (1) определяется при помощи измерительного прибора - омметра (3), соединенного с пластиной при помощи контактов (2).

Фиг. 3 - однофакторные графические зависимости величины удельного электрического сопротивления керамической пластины от $R = f(H)$ при C и D_{CP} , равных постоянной величине; $R = f(C)$ при N и D_{CP} , равных постоянной величине; $R = f(D_{CP})$ при N и C , равных постоянной величине.

Способ осуществляется следующим образом.

Производится выборка необходимого количества керамических пластин из партии в зависимости от ее величины.

Проводятся измерения величины удельного электрического сопротивления R каждой керамической пластины из выборки согласно приложенной схеме, которые позволяют оценить через исходный параметр микроструктуру керамики, сформированную в процессе изготовления керамических режущих пластин, на основе зависимости

$R = f(H, C, D_{CP})$:

$$R = 542.9 \frac{H^{2.35}}{C^{1.14} \cdot D_{CP}^{3.029}}$$

5 Производится статистический контроль величины исходного параметра - величины удельного электрического сопротивления - у всей текущей партии инструментов из режущей керамики.

10 Осуществляется сравнение полученных данных с эталонной корреляционной зависимостью «исходный параметр - износостойкость». Поскольку керамическим пластинам с относительно малым удельным электрическим сопротивлением ($R \approx 10$ Ом) присущи большой средний диаметр зерен (2,2 мкм), большой процент пористости (14%) и малое количество карбидных зерен (21 зерно). Образцам с относительно большим удельным электрическим сопротивлением ($R \approx 100$ Ом) присущи меньший средний диаметр зерен (1,5 мкм), малый процент пористости (8%) и большое количество карбидных зерен в исследуемом квадрате (47 зерен).

15 Осуществляется прогнозирование работоспособности (износостойкости) для текущей партии инструментов на основе среднего значения величины удельного электрического сопротивления. Керамические пластины с величиной удельного электрического сопротивления $R \approx 100$ Ом гарантированно будут иметь более лучшую работоспособность (прочность, износостойкость, длительный период стойкости) по сравнению с керамическими пластинами, у которых величина удельного электрического сопротивления $R \approx 10$ Ом. Определив зависимость удельного электрического сопротивления от составляющих режимов резания, можно выявить зависимости, которые позволяют определить наиболее оптимальные режимы обработки для каждой керамической пластины.

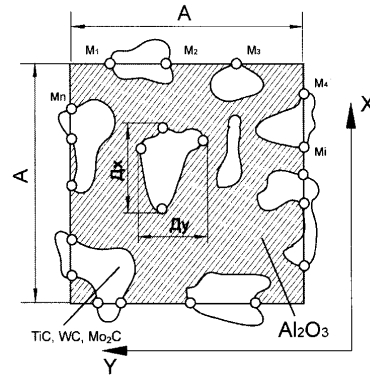
20 Таким образом, предлагаемый способ прогнозирования работоспособности (износостойкости) режущих инструментов, оснащенных режущей керамикой, может быть использован с достаточно высокой эффективностью на предприятиях, изготавливающих или использующих керамический инструмент.

(57) Формула изобретения

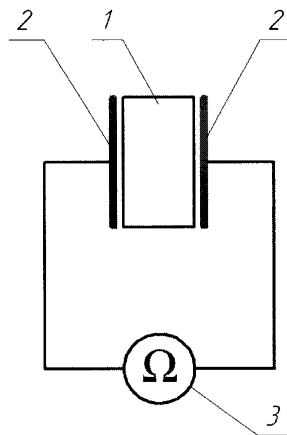
35 Способ прогнозирования работоспособности инструментов, оснащенных режущей керамикой, включающий испытания на изменение величины исходного параметра от свойств структуры, сформированной в процессе изготовления режущего инструмента, построение эталонной корреляционной зависимости «исходный параметр - износостойкость», контроль только величины исходного параметра у текущей партии режущих инструментов и прогнозирование работоспособности (износостойкости) для текущей партии инструментов на основании зависимости, отличающийся тем, что в качестве исходного параметра предлагается использовать величину удельного электрического сопротивления режущей керамики.

1

**СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ИНСТРУМЕНТОВ, ОСНАЩЕННЫХ СМЕННЫМИ
ПЛАСТИНАМИ ИЗ РЕЖУЩЕЙ КЕРАМИКИ**



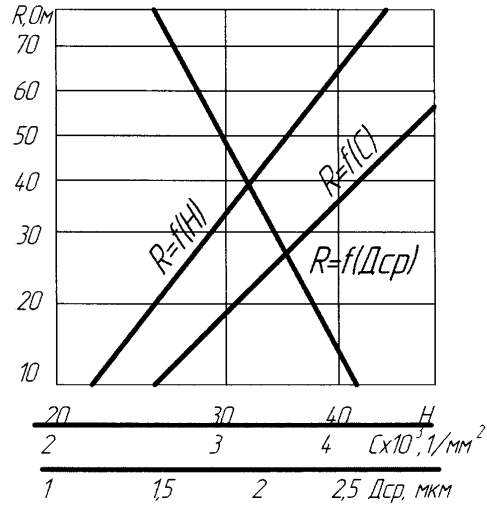
Фиг. 1



Фиг. 2

2

**СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ
ИНСТРУМЕНТОВ, ОСНАЩЕННЫХ СМЕННЫМИ
ПЛАСТИНАМИ ИЗ РЕЖУЩЕЙ КЕРАМИКИ**



Фиг. 3