



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013154868/28, 10.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
10.12.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.12.2013

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2015 Бюл. № 17

(45) Опубликовано: 27.09.2015 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 1377675 A1 28.02.1988 . SU 1340906  
A1 30.09.1987 . SU 1038083 A1 30.08.1983 . EP  
433316 B1 16.03.1994

Адрес для переписки:

445667, Самарская обл., г. Тольятти, ГСП, ул.  
Белорусская, 14, ОтИС ТГУ

(72) Автор(ы):

Костин Владимир Иванович (RU),  
Мерсон Дмитрий Львович (RU),  
Хрипунов Николай Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Тольяттинский государственный  
университет" (RU)

## (54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ

(57) Реферат:

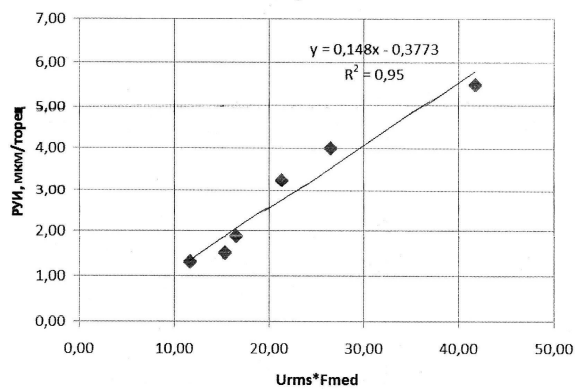
Изобретение относится к обработке материалов резанием и может быть использовано в машиностроении для ускоренной автоматизированной оценки обрабатываемости как традиционно применяемых сталей и сплавов в изменяющихся условиях резания, так и новых марок сплавов, наплавленных и композиционных материалов и т.д. Сущность: осуществляют регистрацию параметров сигналов акустической эмиссии - числа импульсов моды амплитудного распределения, соответствующих пластическому деформированию при тчении. Для регистрируемого датчиком сигнала акустической

эмиссии рассчитывают среднее квадратическое значение сигнала в рассматриваемом интервале времени ( $U_{rms}$ ). С помощью преобразования Фурье получают амплитудно-частотное представление сигнала акустической эмиссии, определяют значение медианной частоты ( $F_{med}$ ). По их произведению ( $U_{rms} \times F_{med}$ ) судят об обрабатываемости материала. Технический результат: сокращение времени и трудоемкости определения обрабатываемости материалов, определение не относительного, а абсолютного значения обрабатываемости. 3 ил., 2 табл.

C 2  
2 5 6 4 0 4 3  
R U

R U  
2 5 6 4 0 4 3  
C 2

315 об/мин



Фиг. 1

RU 2564043 C2

RU 2564043 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*G01N 3/58* (2006.01)  
*G01N 29/14* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013154868/28, 10.12.2013

(24) Effective date for property rights:  
10.12.2013

Priority:

(22) Date of filing: 10.12.2013

(43) Application published: 20.06.2015 Bull. № 17

(45) Date of publication: 27.09.2015 Bull. № 27

Mail address:

445667, Samarskaja obl., g. Tol'jatti, GSP, ul.  
Belorusskaja, 14, OtIS TGU

(72) Inventor(s):

**Kostin Vladimir Ivanovich (RU),  
Merson Dmitrij L'vovich (RU),  
Khripunov Nikolaj Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Tol'jattinskij  
gosudarstvennyj universitet" (RU)**

(54) **METHOD TO DETERMINE MATERIAL PROCESSABILITY**

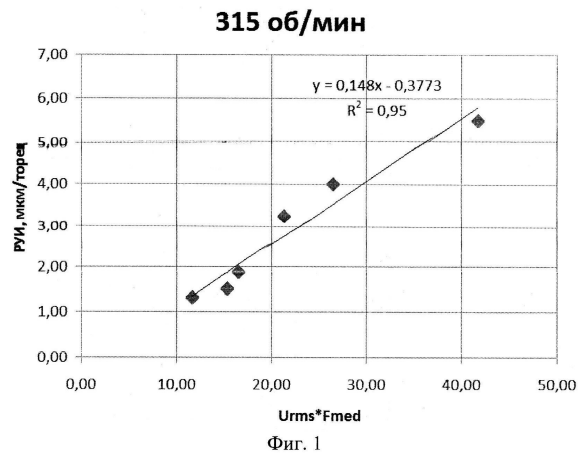
(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: parameters of acoustic emission signals are recorded, i.e. number of pulses of amplitude distribution mode corresponding to plastic deformation at turning operation. The root-mean-square value of the signal in the considered time interval ( $U_{rms}$ ) is calculated for the acoustic emission signal registered by the sensor. Amplitude-frequency representation of the acoustic emission signal is obtained by Fourier transformation, median frequency value ( $F_{med}$ ) is determined. Their product ( $U_{rms} \times F_{med}$ ) is used to evaluate the processability of the material.

EFFECT: reduced time and labour content of determining the material processability, determination of absolute, not relative, processability value.

3 dwg, 2 tbl



RU 2 564 043 C2

RU 2 564 043 C2

Изобретение относится к обработке материалов резанием и может быть использовано в машиностроении для ускоренной автоматизированной оценки обрабатываемости как традиционно применяемых сталей и сплавов в изменяющихся условиях резания, так и новых марок сплавов, наплавленных и композиционных материалов и т.д.

5 Известен способ определения оптимальной скорости резания (SU 1306649 A1, МПК В23В 25/06, дата подачи заявки 18.11.1985), как одного из параметров, характеризующих обрабатываемость материала.

Сущность известного способа состоит в следующем. Осуществляют изменение скорости резания в заданном диапазоне и одновременно регистрируют  
10 виброакустический сигнал, излучаемый зоной резания, из которого выделяют сигнал о срыве нароста, определяемый сопоставлением составляющих виброакустического сигнала и частиц нароста на поверхности резания в одинаковые моменты времени, определяют частоты выделенного сигнала, а в качестве оптимальной принимают скорость, при которой частота выделяемого сигнала минимальна. Частота срыва  
15 нароста коррелирует со скоростью износа режущего инструмента.

Основной недостаток данного способа состоит в том, что для определения скорости резания, при которой частота срыва нароста, а значит и скорость износа режущего инструмента, минимальна, необходимо провести измерения в широком диапазоне скоростей резания, таком, чтобы искомое значение оптимальной скорости резания  
20 (минимальной скорости износа) заведомо попадало в этот диапазон. А это существенно увеличивает требуемое время и трудоемкость.

Известен также способ оценки обрабатываемости материалов (SU 1377675 A1, МПК G01N 3/58, дата подачи заявки 19.12.1985), заключающийся в том, что осуществляют торцовое точение дисков из эталонного и испытуемого обрабатываемого материалов  
25 при одном и том же значении числа оборотов шпинделя, выбранного из условия непревышения величины износа инструмента за один цикл обработки торца критического значения, а в качестве параметра, характеризующего обрабатываемость материала, определяют число импульсов моды амплитудного распределения сигналов акустической эмиссии, соответствующих пластическому деформированию при точении.

30 Способ требует соблюдения относительного постоянства условий проведения исследований для определенной партии материалов и позволяет определить только относительный коэффициент обрабатываемости материалов данной партии по сравнению с эталонным, что существенно ограничивает его возможности широкого применения на практике. Кроме того, остается открытым вопрос: какой материал  
35 выбрать в качестве эталонного для данной партии?

Задачами изобретения являются: сокращение времени и трудоемкости определения обрабатываемости материалов, определение не относительного, а абсолютного значения обрабатываемости.

Поставленные задачи решаются тем, что в способе оценки обрабатываемости  
40 материалов резанием, состоящем в регистрации параметров сигналов акустической эмиссии - числа импульсов моды амплитудного распределения, соответствующих пластическому деформированию при точении, согласно изобретению для регистрируемого датчиком сигнала акустической эмиссии рассчитывают среднее  
45 квадратическое значение сигнала в рассматриваемом интервале времени ( $U_{rms}$ ), с помощью преобразования Фурье получают амплитудно-частотное представление сигнала акустической эмиссии, определяют значение медианной частоты ( $F_{med}$ ), а по их произведению судят об обрабатываемости материалов.

Технический результат предлагаемого изобретения выражается в следующем. За

счет существования линейной связи между обрабатываемостью материала и значением произведения параметров сигналов акустической эмиссии ( $U_{rms} \times F_{med}$ ) появляется возможность значительного сокращения трудоемкости и времени процесса оценки обрабатываемости материалов, расширяются границы применения его на практике.

5 Кроме того, все необходимые процедуры предлагаемого изобретения могут быть автоматизированы.

Предлагаемый способ реализуется следующим образом. При точении широкополосный датчик акустической эмиссии (АЭ) устанавливают на державку резца, осуществляют точение, получаемый сигнал АЭ подвергают обработке в автоматизированном режиме - рассчитывают среднее квадратическое значение сигнала в рассматриваемом интервале времени, с помощью преобразования Фурье получают амплитудно-частотное представление сигнала, для которого рассчитывают значение медианной частоты ( $F_{med}$ ). Величина произведения  $U_{rms} \times F_{med}$  этих двух параметров сигналов АЭ позволяет однозначно судить об обрабатываемости материалов.

15 Пример. Для эксперимента в качестве обрабатываемого материала использовали 6 образцов легированной стали (таблица 1)

№ п/п	Марка стали	Условное обозначение образца
1	18Х1Г1ФР	2
2	20Х1Г1Ф	3
3	20Х1Г1Р	4
4	АЦ40Х	5
5	40ХГНМ	6
6	20Х1Г1ФР	9

Для обеспечения быстрого изнашивания в качестве инструмента были выбраны пластины из быстрорежущей стали Р6М5Ф3 квадратные 13<sub>0,1</sub> мм, задний угол 12°, толщина 4,5 мм, устанавливаемые в державку. Геометрические параметры пластины, установленной в державку: передний угол 0, задний угол 12°, главный и вспомогательный угол в плане 45°. Величину износа определяли на микроскопе МБС-10 (увеличение-шкала 4) с камерой-окуляром МУ500.

В качестве критерия для сравнения использовали расчетный удельный износ РУИ, мкм/торец.

$$РУИ = h / N \cdot 1000,$$

35 где N - число обработанных торцов, величина износа (максимальная высота фаски износа резца в направлении, перпендикулярном режущей кромке).

Обработку сигналов АЭ осуществляли в среде Matlab. Рассчитывали среднеквадратическое значение сигнала и значение  $F_{med}$  медианной частоты амплитудно-частотного представления сигналов АЭ. Затем строили графики зависимости расчетного удельного износа РУИ от произведения  $U_{rms} \times F_{med}$ .

Обработку резанием проводили на трех скоростях точения: 315, 400, 500 об/мин, фиг.1, фиг.2, фиг.3.

Полученные результаты сведены в таблицу 2 и для наглядности представлены графически. Видно, что с коэффициентом корреляции  $R^2$ , близким к единице, обнаруживается линейная связь РУИ от  $U_{rms} \times F_{med}$ , что позволяет быстро определять значения обрабатываемости материала для данной скорости резания. Значения обрабатываемости для других скоростей резания можно получить аппроксимацией

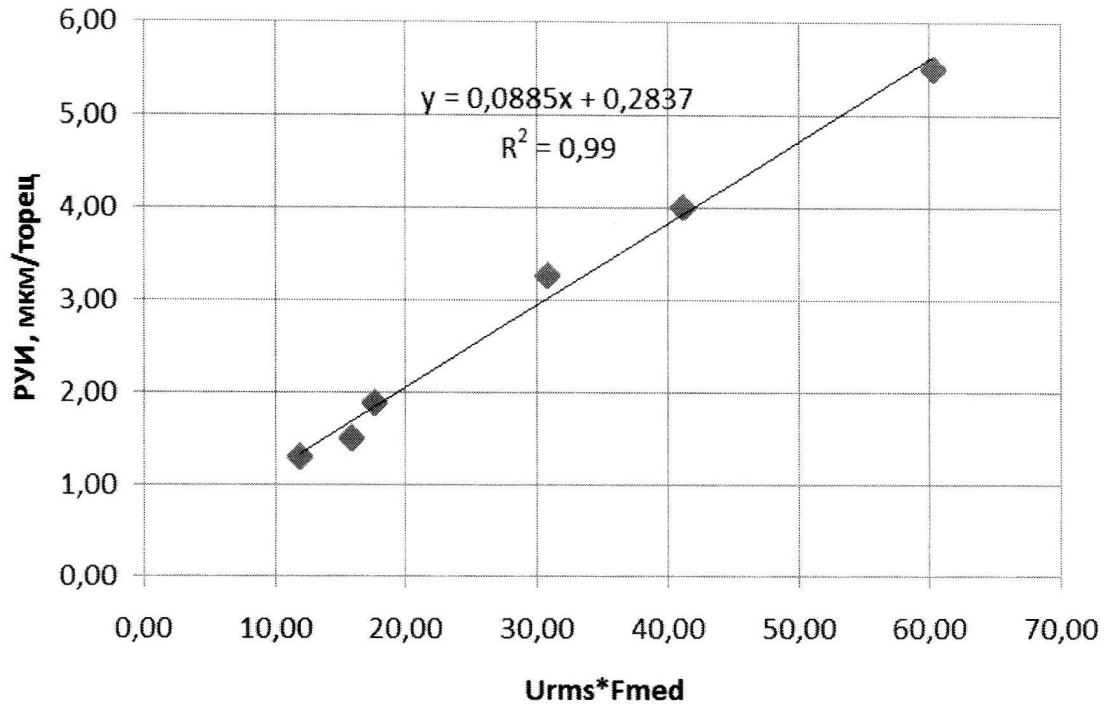
уже известных данных.

Таблица 2						
Сталь	№5	№2	№3	№6	№4	№9
РУИ (расчет, удел, износ точения)	5,50	4,00	3,25	1,88	1,50	1,30
Скорость 315 об/мин						
Urms, усл.ед.	0,29	0,19	0,18	0,15	0,13	
Fmed, кГц	146,28	138,27	117,30	111,87	115,45	108,17
Urms×Fmed	41,72	26,49	21,37	16,54	15,31	11,64
Скорость 400 об/мин						
Urms, усл.ед.	0,44	0,32	0,28	0,16	0,15	0,12
Fmed, кГц	136,25	130,41	110,54	109,16	107,68	95,78
Urms×Fmed	60,37	41,20	30,74	17,58	15,91	11,91
Скорость 500 об/мин						
Urms, усл.ед.	0,68	0,54	0,47	0,24	0,20	0,19
Fmed, кГц	104,09	99,31	90,78	85,79	85,72	86,06
Urms×Fmed	71,11	54,03	42,80	20,44	17,54	15,98

### Формула изобретения

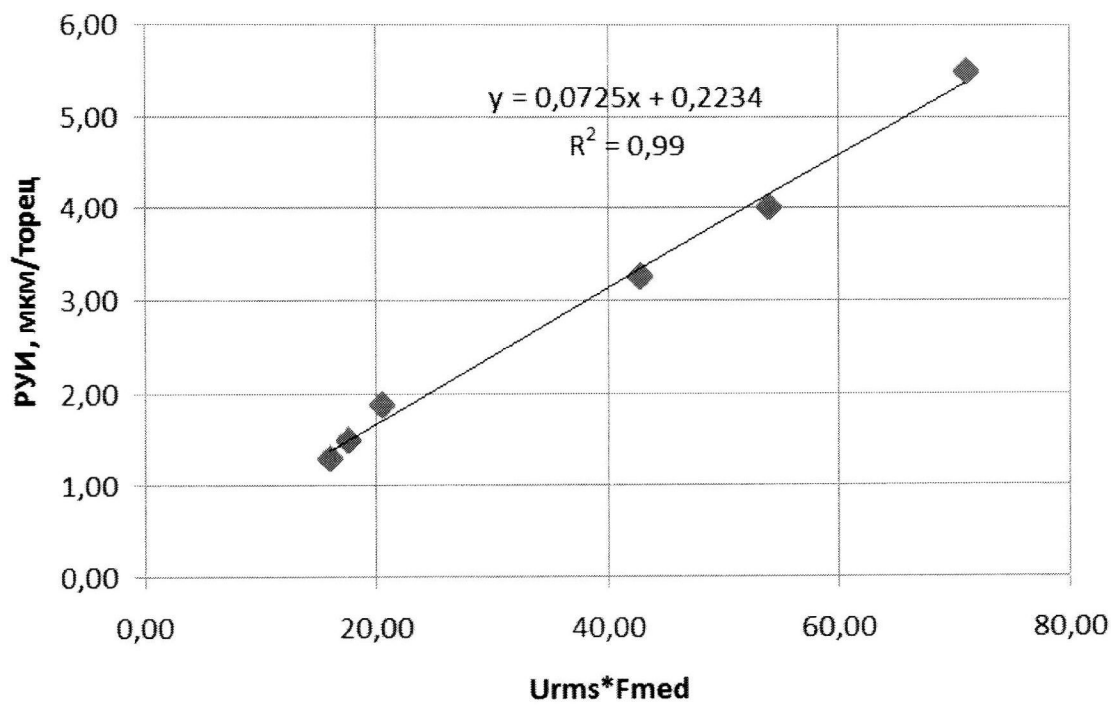
Способ определения обрабатываемости материалов резанием, состоящий в регистрации параметров сигналов акустической эмиссии - числа импульсов моды амплитудного распределения, соответствующих пластическому деформированию при точении, отличающийся тем, что для регистрируемого датчиком сигнала акустической эмиссии рассчитывают среднее квадратическое значение сигнала в рассматриваемом интервале времени ( $U_{rms}$ ), с помощью преобразования Фурье получают амплитудно-частотное представление сигнала акустической эмиссии, определяют значение медианной частоты ( $F_{med}$ ), а по их произведению ( $U_{rms} \times F_{med}$ ) судят об обрабатываемости материала.

### 400 об/мин



Фиг. 2

### 500 об/мин



Фиг. 3