

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 654 901** ⁽¹³⁾ **C2**

(51) МПК

G01N 19/02 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: [2016123528](#), 14.06.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.06.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.06.2016

(43) Дата публикации заявки: 15.12.2017 Бюл.
№ [35](#)

(45) Опубликовано: [23.05.2018](#) Бюл. № [15](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2251680 C2, 10.05.2005. SU
1157409 A1, 23.05.1985. SU 1236350 A1,
07.06.1986. KR 2010076407 A, 06.07.2010.

Адрес для переписки:

394026, г. Воронеж, Московский просп., 14,
ГОУВПО "ВГТУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Томилов Марат Федорович (RU),
Томилов Федор Христианович (RU)

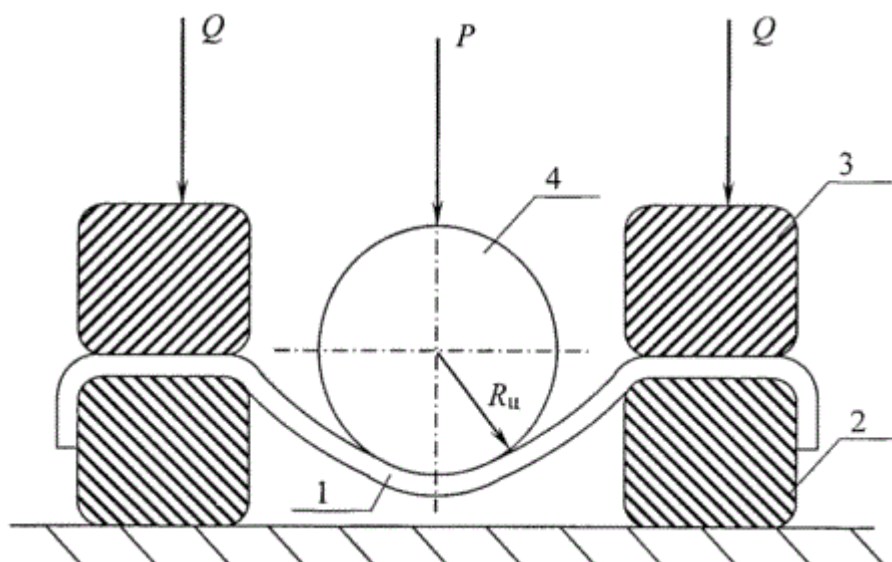
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Воронежский
государственный технический
университет" (RU)

(54) **Способ определения коэффициента трения материалов**

(57) Реферат:

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано для определения коэффициента трения при пластическом деформировании листовых материалов в машиностроении, автомобилестроении, авиастроении и других отраслях промышленности. Сущность изобретения: образец в форме пластины из испытуемого листового материала с предварительно нанесенной координатной сеткой размещают на зеркале щелевой матрицы и зажимают прижимом. Затем к цилиндрическому пуансону прикладывают усилие прессы и производят пластическое деформирование образца. Методом координатных сеток устанавливают параметры деформированного состояния и определяют средний коэффициент трения материалов по формуле. Технический результат: повышение точности и достоверности способа определения коэффициента трения материалов. 1 ил.



Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано для определения коэффициента трения при пластическом деформировании листовых материалов в машиностроении, автомобилестроении, авиастроении и других отраслях промышленности.

Известен способ определения коэффициента трения материалов [1], который заключается в том, что образец деформируют путем приложения к нему сжимающего усилия между двумя плоскими штампами, а о коэффициенте трения судят по изменениям поверхностного слоя материала. Недостатком этого способа является невысокая точность определения коэффициента трения, обусловленная необходимостью замеров сдвига поверхностного слоя материала, который неравномерен по поверхности образца.

Наиболее близким к предлагаемому техническому решению является способ определения коэффициента трения материалов, представленный в [2].

В данном способе образец деформируют путем приложения к нему сжимающего усилия и измеряют параметр нагружения, образовавшийся в результате деформирования, по которому судят о коэффициенте трения.

Недостатком известного технического решения является низкая точность, так как определяемый по этому способу средний коэффициент трения устанавливается по результатам измерения только одного параметра нагружения, образовавшегося в результате деформирования, момент для измерения которого устанавливается визуально по началу проскальзывания образца.

Заявляемое техническое решение направлено на повышение точности способа определения коэффициента трения материалов.

Это достигается тем, что до начала деформирования на одну из поверхностей образца наносят координатную сетку, по искажению которой устанавливают параметры деформированного состояния, а коэффициент трения определяют по формуле

$$f = \frac{nD + \Delta\varepsilon_t + \Delta\varepsilon_m}{\arcsin R' - \arcsin R'_0}, \quad (1)$$

где n - параметр упрочнения материала;

$$D = \ln \frac{\varepsilon_t(R)}{\varepsilon_t(R_0)};$$

; ε_t - окружная деформация;
 R, R_0 - расстояния от рассматриваемых точек на цилиндрической поверхности деформированного образца до его оси симметрии, $R > R_0$;
 $R' = R/R_{\text{ц}}$; $R_{\text{ц}}$ - радиус цилиндрического

$$R'_0 = R_0/R_{\text{ц}}$$

пуансона;

$\Delta\varepsilon_t = \varepsilon_t(R_0) - \varepsilon_t(R)$ - приращение окружной деформации;

ε_m - меридиональная деформация;

$\Delta\varepsilon_m = \varepsilon_m(R_0) - \varepsilon_m(R)$ - приращение меридиональной деформации.

При этом повышается точность и достоверность определения коэффициента трения, так как его средняя величина рассчитывается по результатам установления параметров деформированного состояния большого числа ячеек координатной сетки, находящихся в области контакта образца с пуансоном.

На чертеже представлена схема реализации способа. Способ осуществляют следующим образом. Из листа испытуемого материала вырезают образец в форме пластины. На одну из поверхностей образца наносят координатную сетку. Затем образец 1 размещают на зеркале целевой матрицы 2 и зажимают прижимом 3. К цилиндрическому пуансону 4 прикладывают усилие прессы и производят пластическое деформирование образца.

После испытания образец извлекают из матрицы, методом координатных сеток устанавливают параметры деформированного состояния и определяют коэффициент трения.

Реализация предлагаемого способа позволит по сравнению с известным техническим решением повысить точность и достоверность определения коэффициента трения.

Пример конкретной реализации способа

Реализацию способа осуществляли на стандартной испытательной машине ЦД-40. Формовке подвергали три плоских образца прямоугольной формы с размерами в плане 300×70 мм и толщиной 1,2 мм, изготовленные из стали 08пс в состоянии поставки. Пластическое деформирование производили в экспериментальном штампе, обеспечивающем жесткую фиксацию головок образца в ходе испытания. Штампы свободно, без дополнительного крепления располагали на столе испытательной машины.

Для установления параметров деформированного состояния после испытания определяли деформации по предварительно нанесенной на рабочую часть образца фотоконтактным способом координатной сетке из системы пересекающихся окружностей диаметром $d=2,6$ мм. С этой целью на инструментальном микроскопе УИМ-22 с точностью ± 0.001 мм в среднем по длине контакта образца с цилиндрическим пуансоном сечении измеряли размеры ячеек деформированной координатной сетки a, b соответственно в окружном и меридиональном направлении, а также расстояния R от центров этих ячеек до оси симметрии образца.

Окружную ε_t и меридиональную ε_m логарифмические деформации рассчитывали по формулам

$$\varepsilon_t = \ln(a/d); \varepsilon_m = \ln(b/d).$$

Установив параметр упрочнения материала ($n=0,2$), а также радиус цилиндрического пуансона ($R_{ц}=45$ мм) и располагая экспериментально установленными распределениями окружной $\varepsilon_t=\varepsilon_t(R)$ и меридиональной $\varepsilon_m=\varepsilon_m(R)$ по формуле (1), определяли средний коэффициент трения. Усредненная по результатам испытаний трех образцов величина среднего коэффициента трения составила 0,23.

Таким образом, представленные экспериментальные данные позволяют сделать заключение о возможности реализации с достаточной степенью точности предлагаемого способа определения коэффициента трения материалов.

Использование предлагаемого способа позволит определять значения среднего коэффициента трения листовых материалов, применяемых в различных отраслях промышленности путем проведения испытаний в механических лабораториях промышленных предприятий и НИИ.

Источники информации

1. Громов Н.П. Теория обработки металлов давлением. М.: Металлургия. 1967. С. 166-168.

2. АС СССР 905750, кл. G01N 19/02. 15.02.82, БИ №6.

Формула изобретения

Способ определения коэффициента трения материалов, заключающийся в том, что образец деформируют путем приложения к нему сжимающего усилия и измеряют параметр процесса нагружения, образовавшийся в результате деформирования, по которому судят о коэффициенте трения, отличающийся тем, что до начала деформирования на одну из поверхностей образца наносят координатную сетку, по искажению которой устанавливают параметры деформированного состояния, а коэффициент трения определяют по формуле

$$f = \frac{nD + \Delta\varepsilon_t + \Delta\varepsilon_m}{\arcsin R' - \arcsin R'_0},$$

где n - параметр упрочнения материала;

$$D = \ln \frac{\varepsilon_t(R)}{\varepsilon_t(R_0)}; \varepsilon_t - \text{окружная деформация};$$

R, R_0 - расстояния от рассматриваемых точек на цилиндрической поверхности деформированного образца до его оси симметрии, $R > R_0$;

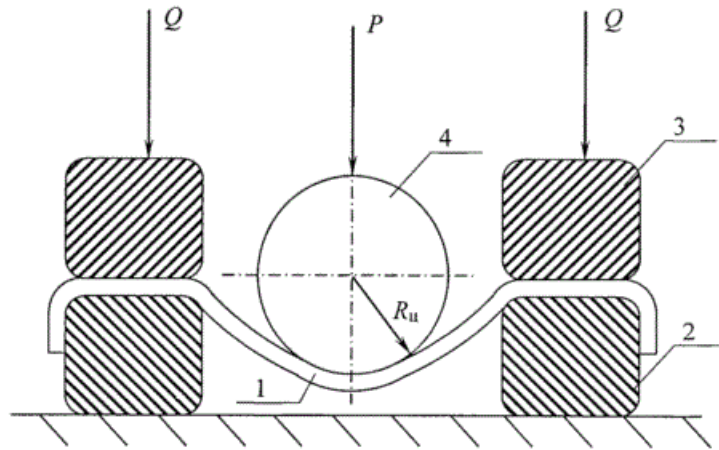
$R' = R/R_{ц}$; $R_{ц}$ - радиус цилиндрического пуансона; $R'_0 = R_0/R_{ц}$;

$\Delta\varepsilon_t = \varepsilon_t(R_0) - \varepsilon_t(R)$ - приращение окружной деформации;

ε_m - меридиональная деформация;

$\Delta\varepsilon_m = \varepsilon_m(R_0) - \varepsilon_m(R)$ - приращение меридиональной деформации.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ



Авторы: Томилов М.Ф.
Томилов Ф.Х.