



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **145186** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01N 33/44** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2020 03886</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>30.06.2020</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>26.11.2020</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>25.11.2020, Бюл.№ 22</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Шепеленко Ігор Віталійович (UA), Немировський Яків Борисович (UA), Цеханов Юрій Олександрович (UA), Гуцул Василь Іванович (UA), Єрьомін Павло Миколайович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> пр. Університетський, 8, м. Кропивницький, 25006 (UA)</p>
---	--

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАСТИЧНОСТІ МАЛОПЛАСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ**

(57) Реферат:

Спосіб визначення пластичності малопластичних матеріалів включає підготовку циліндричного зразка з матеріалу, що досліджується, з подальшим його стисканням в осьовому напрямку і визначенням граничної деформації, при якій відбувається його руйнування. Обмеження деформації зовнішньої поверхні зразка і перенаправлення її в напрямку до центрального отвору зумовлює створення гідростатичного тиску. При цьому накопичена деформація на внутрішній поверхні зразка, що відповідає його руйнуванню, визначається за залежністю:

$$e_0 = \frac{k}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{d_{зов}}{d_{вн}}\right)^4 + 3}$$

$$k = \frac{\Delta L}{L_0}$$

де  $L_0$  - відносна деформація зразка при його руйнуванні;

$L_0$  - вихідна висота зразка;

$\Delta L$  - вкорочення зразка;

$d_{зов}$  - зовнішній діаметр зразка;

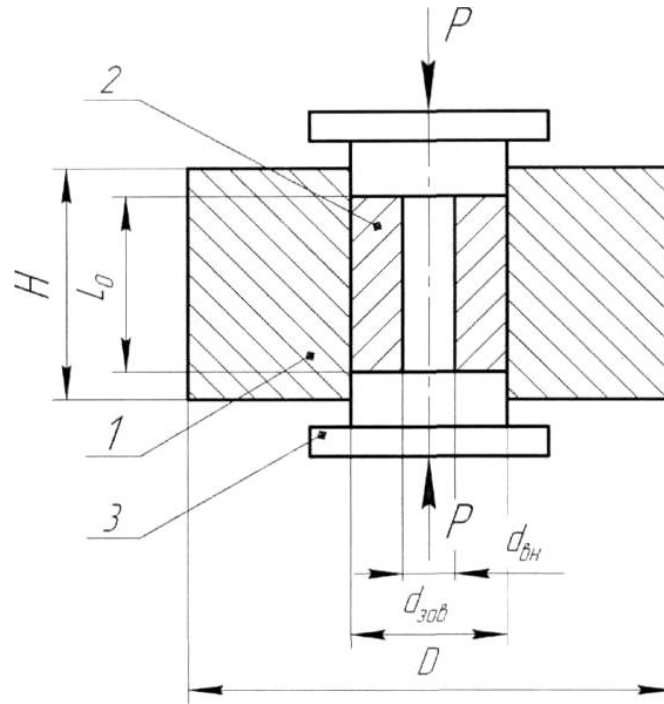
$d_{вн}$  - внутрішній діаметр зразка.

При цьому коефіцієнт жорсткості напруженого стану, що відповідає деформації на внутрішній поверхні зразка, розраховується за залежністю:

$$\sqrt{\left(\frac{d_{зов}}{d_{вн}}\right)^4 + 3}$$

UA 145186 U

а зміна внутрішнього діаметра зразка  $d_{вн}$  дозволяє змінювати співвідношення  $\frac{d_{зов}}{d_{вн}}$ , - і як  
 наслідок - коефіцієнт жорсткості  $\eta$  в межах від  $\eta = -1,73$  (при  $\frac{d_{зов}}{d_{вн}} = 1$  і  $\frac{d_{зов}}{d_{вн}} \rightarrow \infty$ ) до  $\eta = -2$   
 (при  $\frac{d_{зов}}{d_{вн}}$  від 2 до 5).



Корисна модель належить до області визначення механічних характеристик оброблюваного матеріалу, а саме його пластичності.

Відомий спосіб визначення механічних властивостей металу шляхом виміру його твердості, який включає підготовку зразків, вдавлення сталеві кульки в підготовлену поверхню зразка, вимірювання розмірів відбитка та встановлення зв'язку з кривою течії матеріалу при його відносному розтягненні [1]. Недоліком даного способу є неможливість побудови діаграми пластичності, тобто отримання залежності величини пластичних деформацій до руйнування від показника напруженого стану, який суттєво впливає на пластичність матеріалу, що досліджується. При побудові діаграми пластичності кожному значенню показника напруженого стану відповідає конкретне значення величини пластичної деформації до руйнування. Неможливість точного визначення показника напруженого стану при вдавленні кульки не дає змоги побудувати діаграму пластичності.

Найближчим аналогом корисної моделі є спосіб визначення пластичності матеріалу, за яким підготовлюють зразок циліндричної форми з матеріалу, що досліджується, стискають його в осьовому напрямку і визначають граничну деформацію до руйнування [2]. Недоліком способу є неможливість досягнення значних пластичних деформацій, особливо для малопластичних матеріалів. Показник напруженого стану при стисненні циліндричного зразка  $\eta = -1$ , що забезпечує для такого малопластичного матеріалу, як чавун СЧ20, граничну деформацію не більше 8 %.

Задачею корисної моделі є досягнення значних пластичних деформацій при визначенні пластичності малопластичних матеріалів.

Поставлена задача вирішується тим, що обмеження деформації зовнішньої поверхні зразка і перенаправлення її в напрямку до центрального отвору зумовлює створення гідростатичного тиску. При цьому накопичена деформація на внутрішній поверхні зразка, що відповідає його руйнуванню, визначається за залежністю:

$$e_0 = \frac{k}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{d_{ззов}}{d_{вн}}\right)^4 + 3}$$

де  $k = \frac{\Delta L}{L_0}$  - відносна деформація зразка при його руйнуванні;

$L_0$  - вихідна висота зразка;

$\Delta L$  - вкорочення зразка;

$d_{ззов}$  - зовнішній діаметр зразка;

$d_{вн}$  - внутрішній діаметр зразка.

Коефіцієнт жорсткості напруженого стану, що відповідає деформації на внутрішній поверхні зразка, необхідний для побудови діаграми пластичності матеріалу, що досліджується, визначається за залежністю:

$$\sqrt{\left(\frac{d_{ззов}}{d_{вн}}\right)^4 + 3}$$

За рахунок зміни внутрішнього діаметра зразка  $d_{вн}$  змінюється співвідношення  $\frac{d_{ззов}}{d_{вн}}$ , і як наслідок - коефіцієнт жорсткості  $\eta$  в межах від  $\eta = -1,73$  (при  $\frac{d_{ззов}}{d_{вн}} = 1$  і  $\frac{d_{ззов}}{d_{вн}} \rightarrow \infty$ ) до  $\eta = -2$

(при  $\frac{d_{ззов}}{d_{вн}}$  від 2 до 5).

Спосіб пояснюється кресленням, на якому показаний пристрій для реалізації заявленого способу.

Пристрій для реалізації способу складається з жорсткої обойми 1, в яку поміщається досліджуваний зразок 2, що стискається пуансонами 3.

Запропонований спосіб реалізується наступним чином. Досліджуваний зразок циліндричної форми 2 із зовнішнім діаметром  $d_{ззов}$  і довжиною  $L_0$  має центральний отвір діаметром  $d_{вн}$  та

розташовується без зазору в жорстку обойму 1, зовнішній діаметр якої  $D \geq 3d_{\text{вн}}$ . Висота обойми  $H > 1,2L_0$ .

Циліндричний зразок 2 стискається в осьовому напрямку пуансонами 3 (креслення) із зусиллям Р. Жорстка обойма 1 вказаних розмірів пластично не деформується. Тому в зразку 2 з малопластичного матеріалу, який практично не зазнає вкорочення під дією стискаючих пуансонів 3, внаслідок незмінності зовнішнього діаметра виникає радіальне переміщення матеріалу до центру зразка. В результаті цього його внутрішній діаметр  $d_{\text{вн}}$  зменшується, а гідростатичний тиск матеріалу зразка зростає, що підвищує пластичність матеріалу і дає можливість досягти значних пластичних деформацій до руйнування. При цьому зразок 2 пластично деформується з боку внутрішньої поверхні отвору, а його внутрішній діаметр  $d_{\text{вн}}$  зменшується.

За запропонованим способом розглянемо умови стиску зразка із такого малопластичного матеріалу, як чавун СЧ20 з НВ180: діаметр отвору  $d_{\text{вн}}=2$  мм, зовнішній діаметром  $d_{\text{зов}}=6$  мм, довжина зразка  $L_0=20$  мм. Зовнішній діаметр обойми  $D=20$  мм. Коефіцієнт жорсткості напруженого стану, розрахований за залежністю (2),  $\eta=-2,1$ , що відповідає умовам двостороннього стиску. Накопичена деформація в момент руйнування пов'язана з осьовою деформацією  $\frac{\Delta L}{L_0}$  відповідно до залежності (1). Наприклад при  $k=0,1$  (10 %) величина

накопиченої деформації до моменту руйнування зразка  $e_0=0,18$  (18 %). Це неможливо було реалізувати відомими способами.

Отже, запропонований спосіб дає можливість визначити пластичність малопластичних матеріалів.

Джерела інформації:

1. Марковец М.П. Определение механических свойств металлов по твердости. - М: Машиностроение, 1979. - 191 с.
2. Кроха В. А. Упрочнение металлов при холодной пластической деформации. - М.: Машиностроение, 1980. - 155 с.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення пластичності малопластичних матеріалів, що включає підготовку циліндричного зразка з матеріалу, що досліджується, з подальшим його стисанням в осьовому напрямку і визначенням граничної деформації, при якій відбувається його руйнування, який **відрізняється** тим, що обмежують деформацію зовнішньої поверхні зразка і перенаправляють її в напрямку до центрального отвору, що зумовлює створення гідростатичного тиску, при цьому накопичена деформація на внутрішній поверхні зразка, що відповідає його руйнуванню, визначається за залежністю:

$$e_0 = \frac{k}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{d_{\text{зов}}}{d_{\text{вн}}}\right)^2 + 3},$$

де  $k = \frac{\Delta L}{L_0}$  - відносна деформація зразка при його руйнуванні;

$L_0$  - вихідна висота зразка;

$\Delta L$  - вкорочення зразка;

$d_{\text{зов}}$  - зовнішній діаметр зразка;

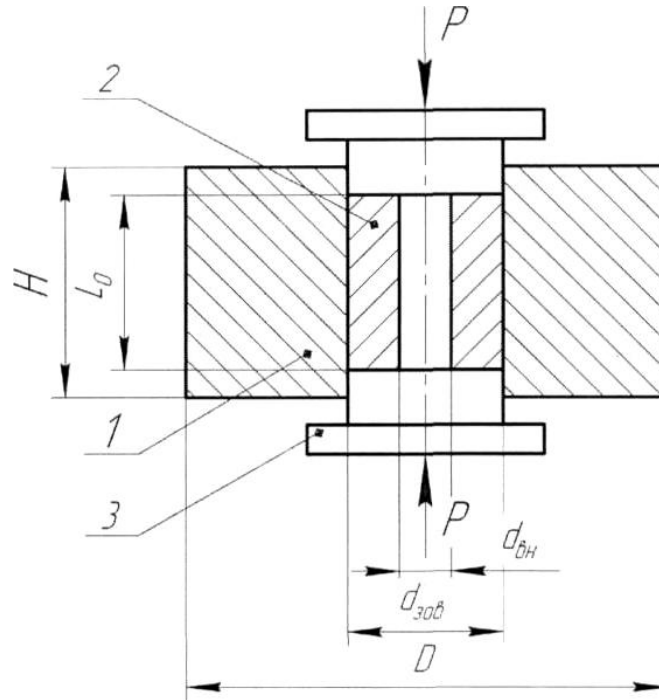
$d_{\text{вн}}$  - внутрішній діаметр зразка,

при цьому коефіцієнт жорсткості напруженого стану, що відповідає деформації на внутрішній поверхні зразка, розраховується за залежністю:

$$\eta = \frac{k}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{d_{\text{зов}}}{d_{\text{вн}}}\right)^4 + 3},$$

45

а зміна внутрішнього діаметра зразка  $d_{BH}$  дозволяє змінювати співвідношення  $\frac{d_{зОВ}}{d_{BH}}$ , - і як наслідок - коефіцієнт жорсткості  $\eta$  в межах від  $\eta = -1,73$  (при  $\frac{d_{зОВ}}{d_{BH}} = 1$  і  $\frac{d_{зОВ}}{d_{BH}} \rightarrow \infty$ ) до  $\eta = -2$  (при  $\frac{d_{зОВ}}{d_{BH}}$  від 2 до 5).



5