



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46371 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 3/40МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ТВЕРДОМІР

1

2

(21) u200902562

(22) 23.03.2009

(24) 25.12.2009

(46) 25.12.2009, Бюл.№ 24, 2009 р.

(72) МОЩЕНОК ВАСИЛЬ ІВАНОВИЧ, БОНДАРЕНКО СВІТЛАНА ІВАНІВНА, КОСТІНА ЛЮДМИЛА ЛЕОНІДІВНА, ТАРАБАНОВА ВАЛЕНТИНА ПАВЛІВНА

(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Твердомір, що містить механізм підйому з опорним столом, вузол шпинделя, що включає підпружинений індентор, механічно зв'язаний з важелем механізму навантаження і індикатором твердості, який відрізняється тим, що він додатково оснащений механізмом відліку глибини проникнення індентора в поверхню зразка, що включає додатковий індикатор, ніжка якого розташована у отворі опорного стола з можливіс-

тю контакту з горизонтальною пластиною, жорстко закріпленою на шпинделі, включеному послідовно з електричною лампочкою, джерелом живлення, випробуваним зразком і індентором в електричний ланцюг, а твердість визначають за формулами, в яких враховано геометрію індентора-конуса або кульки:

$$H_y^{1,588} = \frac{F}{4,99 \cdot h}, \text{ Н/мм}^2$$

$$H_i^{1,588} = \frac{F}{1,04719 \cdot h^2 \cdot (3,382 - h)}, \text{ Н/мм}^3,$$

де $H_y^{1,588}$ - універсальна, $H_i^{1,588}$ - істинна твердість при втискуванні кульки діаметром 1,588 мм, F - навантаження на індентор в Н, h - глибина проникнення індентора в мм.

Корисна модель належить до випробувальної техніки, а саме до визначення твердості матеріалів.

Прототипом корисної моделі є відомий твердомір Роквелла [1], який містить механізм підйому, вузол шпинделя з підпружиненим індентором, механічно зв'язаний з важелем механізму навантаження і індикатором твердості. Число твердості читається безпосередньо з індикатора і відповідає формулам:

$$HRC(HRA) = 100 - \frac{h - h_0}{0,002} \quad (\text{для алмазного конуса}$$

в якості індентора) і

$$HRB = 130 - \frac{h - h_0}{0,002} \quad (\text{для сталеві кульки}),$$

де HRC(HRA) - твердість за Роквеллом за шкалою C(A), HRB - твердість за Роквеллом за шкалою B, h - глибина відбитка після зняття основного навантаження, в мм, h_0 - глибина проникнення індентора під дією попереднього навантаження, в мм, 0,002мм - ціна поділки індикатора. Таким чином, число твердості характеризує умовну глибину проникнення індентора в поверхню

зразка і не має розмірності, тому його важко зіставити з числами твердості, одержаними на інших твердомірах (Бринелля, Віккерса, приладах мікротвердості), що являють собою відношення зусилля вдавлювання до площі поверхні відбитку A і мають розмірність Н/мм² (кгс/мм²).

Крім того, твердість за Роквеллом визначається за відновленим відбитком, тобто після зняття основного навантаження, і характеризує тільки пластичну складову деформації матеріалу при вдавлюванні, оскільки пружна деформація зникає після зняття навантаження. В той же час для багатьох матеріалів (дуже твердих, з високою пружністю) пружна складову деформації досить велика.

Недоліком твердоміра Роквелла є неможливість вимірювання дійсної глибини проникнення індентора в поверхню випробуваного матеріалу, що не дає змоги користуватись такими сучасними способами визначення твердості, як універсальна (за Мартенсом) [ISO 14577-1: Metallic materials - Instrumented indentation test for hardness and materials parameters - Part 1: Test method. 2002 (E)] та істинна твердість, які вільні від перелічених вище недоліків, в більшій мірі відповідають визначенню

(13) U

(11) 46371

(19) UA

твердості як здатності матеріалу опиратися проникненню в його поверхню іншого, більш твердого тіла і дають значно ширшу інформацію про властивості матеріалу.

Задачею даної корисної моделі є удосконалення твердоміру Роквелла з метою розширення його функціональних можливостей за рахунок забезпечення достовірних даних про глибину проникнення індентора в поверхню зразка під навантаженням і можливості визначати універсальну H_y та істинну H_i твердість за відповідними формулами.

Вказана технічна задача досягається тим, що твердомір, який містить механізм підйому з опорним столом, вузол шпинделя з підпружиненим індентором, механічно зв'язаний з важелем механізму навантаження і індикатором твердості за Роквеллом, додатково оснащений механізмом відліку глибини проникнення індентора, що включає додатковий індикатор, ніжка якого розташована в отворі опорного столу з можливістю контакту з пластиною, жорстко закріпленою на шпинделі, і електричну схему для фіксації моменту торкання індентора із зразком, що складається з послідовно включених у електричний ланцюг джерела живлення, випробуваного зразка, індентора, шпинделя і електричної лампочки.

Корисна модель пояснюється кресленнями, на яких наведена загальна схема твердоміру (Фіг.1) і електрична схема для реєстрації моменту торкання індентором поверхні зразка (Фіг.2).

Твердомір має основу 1 і верхню частину корпусу 2, скріплені між собою двома стійками 3. Механізм підйому, розміщений на основі 1, складається з під'ємного гвинта 4, що переміщується маховиком 5 у втулці 6, і опорного столу 7. В верхньому корпусі містяться вузол шпинделя, важільна система приладу з індикатором. Індентор 8 закріплюється на шпинделі 9 гвинтом. Попереднє навантаження на індентор здійснюється пружиною 10, розміщеною в шпинделі, і піджимом зразка 11 до індентора за допомогою механізму підйому. Основне навантаження передається на індентор від вантажів 12 через важіль 13 і шпиндель 9. Прикладення основного навантаження здійснюють поворотом на себе рукоятки 14. Вимірювання переміщення шпинделя (твердості за Роквеллом) виконується індикатором 15, переміщення шпинделя 9 на індикатор передається малим вимірювальним важелем 16. Для поступового прикладення навантаження прилад має масляний амортизатор 17. Визначення глибини проникнення індентора в поверхню зразка (деталі) здійснюється додатковим індикатором 18, ніжка якого розташована у отворі опорного столу 7 і має можливість торкатись пластини 19, що є базою відліку для вимірювання глибини проникнення індентора і жорстко скріплена з шпинделем 9. Момент торкання індентора поверхні зразка 11 реєструється загорянням електричної лампочки 20, яка включена у електричний ланцюг послідовно з джерелом живлення 21, зразком 11, індентором 8 і шпинделем 9.

Прилад працює таким чином. Зразок (деталь) 11 встановлюють на діелектричну прокладку 22, розміщену на опорному столі 7. Обертанням маховика 5 підводять зразок до індентора 8 і прикла-

дають попереднє навантаження. В момент торкання індентором поверхні зразка (загоряється лампочка) реєструють число поділок, на яке відійшла стрілка додаткового індикатора 18. Поворотом рукоятки 14 на себе прикладають основне навантаження і фіксують кількість поділок додаткового індикатора. Глибина проникнення індентора під повним навантаженням h підраховується за формулою:

$$h = (n_2 - n_1) 0,001 \text{ мм},$$

де n_2 - число поділок додаткового індикатора після прикладення основного навантаження, n_1 - число поділок індикатора в момент торкання індентором поверхні зразка, 0,001 - ціна поділки додаткового індикатора у мм. Поворотом рукоятки 14 від себе знімають основне навантаження і обертанням маховика 5 відводять опорний стіл 7 із зразком від індентора; знімають зразок.

Універсальну і істинну твердість при втискуванні кульки діаметром 1,588 мм визначають за формулами:

$$H_y^{кул1,588} = \frac{F}{A}, \text{ Н/мм}^2$$

$$H_i^{кул1,588} = \frac{F}{V}, \text{ Н/мм}^3$$

де $H_y^{кул1,588}$ - універсальна твердість при вти-

скуванні кульки діаметром 1,588 мм, $H_i^{кул1,588}$ - істинна твердість при втискуванні кульки діаметром 1,588 мм, F - навантаження на індентор в Н, $A(h)$ - площа поверхні (мм²), а $V(h)$ - об'єм прониклої частини індентора під навантаженням (мм³). При цьому $A(h)$ і $V(h)$ підраховують, виходячи з геометрії індентора та глибини його проникнення h мм в випробуваний зразок під навантаженням.

Для сталеві кульки діаметром 1,588 мм в якості індентора

$$H_y^{кул1,588} = \frac{F}{4,99 \cdot h}, \text{ Н/мм}^2$$

$$H_i^{кул1,588} = \frac{F}{1,04719 \cdot h^2 \cdot (0,382 - h)}, \text{ Н/мм}^3$$

Для алмазного конуса з кутом при вершині 120° в якості індентора

$$H_y^{кон120} = \frac{F}{1,257 \cdot h}, \text{ Н/мм}^2, \text{ якщо } h \leq 0,027 \text{ мм}$$

$$H_y^{кон120} = \frac{F}{10,88 \cdot h^2 + 0,66824 \cdot h + 0,00796}, \text{ Н/мм}^2,$$

якщо $h > 0,027 \text{ мм}$

$$H_i^{кон120} = \frac{F}{1,0472 \cdot h^2 \cdot (0,6 - h)}, \text{ Н/мм}^3, \text{ якщо}$$

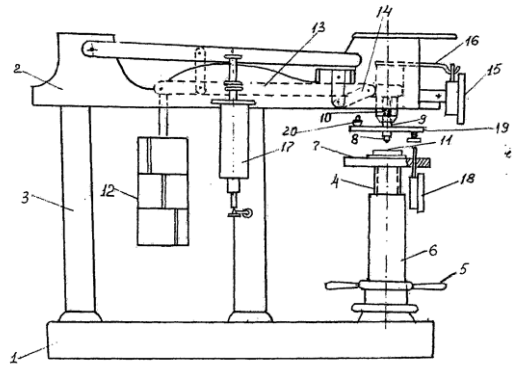
$h \leq 0,027 \text{ мм}$

$$H_i^{кон120} = \frac{F}{3,1414 \cdot h^3 + 0,2895 \cdot h^2 + 0,0089 \cdot h - 0,000069}, \text{ Н/мм}^3, \text{ якщо } h > 0,027 \text{ мм}.$$

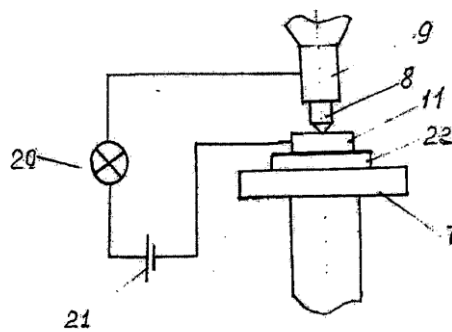
де $H_y^{кул1,588}$ і $H_i^{кул1,588}$ - універсальна, $H_y^{кон120}$ і $H_i^{кон120}$ - іс-

тинна твердість при втискуванні конуса з кутом при вершині 120° . В вище наведених формулах F - навантаження на індентор в Н, h - глибина проникнення індентора в мм.

Джерела інформації
1. Золоторевський СМ., Механические свойства металлов. Учебник для ВУЗов. 2е изд., М., Металлургия, 1983, 352 с.



Фиг. 1



Фиг. 2.