



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61949 (13) U
(51) МПК
G01N 3/08 (2006.01)
B21C 37/06 (2006.01)
B21C 37/08 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДНОСНОГО РІВНЯ ГРАНИЧНОГО СТАНУ МЕТАЛУ

1

2

(21) u201014519

(22) 06.12.2010

(24) 10.08.2011

(46) 10.08.2011, Бюл.№ 15, 2011 р.

(72) ШАПІРО ІЛЛЯ АРОНОВИЧ, ФУРМАНОВ ВА-
ЛЕРІЙ БОРИСОВИЧ, ЛАРИКОВ ВОЛОДИМИР
ВАСИЛЬОВИЧ

(73) ШАПІРО ІЛЛЯ АРОНОВИЧ, ФУРМАНОВ ВА-
ЛЕРІЙ БОРИСОВИЧ, ЛАРИКОВ ВОЛОДИМИР
ВАСИЛЬОВИЧ

(57) 1. Спосіб визначення відносного рівня гранич-
ного стану металу (ГСМ), що включає стандартні
випробування зразка на розтягування до його роз-
риву під дією розтяжних зусиль, який **відрізняється**
тим, що відносний рівень граничного стану ме-
талу визначають як середнє геометричне
середньої величини відносного подовження
($\varepsilon_{\text{ср.ш}}$) в шийці зразка при його розриві та віднос-
ного рівня його тріщиностійкості (ТС) і розрахову-
ють за формулою:

$$\text{ГСМ} = \sqrt{\varepsilon_{\text{ср.ш}} \times (\text{ТС})}.$$

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що се-
редню величину відносного подовження ($\varepsilon_{\text{ср.ш}}$) в
шийці зразка при його розриві визначають за ста-
ндартною діаграмою розтягування зразка до його
розриву шляхом оцінки величини відносної зміни
(зменшення) пружної довжини зразка після зняття
навантаження перед його шийкою та безпосеред-

ньо перед розривом зразка і розраховують за фо-
рмулою:

$$\varepsilon_{\text{ср.ш}} = \frac{\Delta L_{\text{max}} - \Delta L_p}{\Delta L_{\text{max}}} = 1 - \frac{P_p}{P_{\text{max}}}, \text{ де}$$

ΔL_{max} - абсолютна величина пружного зменшення
довжини зразка після зняття навантаження розтя-
гування безпосередньо перед його шийкою;

ΔL_p - абсолютна величина пружного зменшення
довжини зразка після зняття навантаження розтя-
гування безпосередньо перед його розривом;

P_p - зусилля розтягування зразка безпосередньо
перед його розривом;

P_{max} - максимальне зусилля розтягування зразка
безпосередньо перед шийкою.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що від-
носний рівень ТС розраховують за формулою:

$$\text{ТС} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} = 1 - \left(\frac{P_p}{P_{\text{max}}} \right)^2, \text{ де}$$

A_1 - максимально накопичена пружна енергія ро-
звантаження після зняття навантаження безпосе-
редньо перед розривом шийки зразка;

A_2 - максимально накопичена пружна енергія
розвантаження після зняття навантаження безпо-
середньо перед розривом зразка.

Корисна модель належить до досліджень міц-
нісних властивостей металів шляхом прикладення
механічних зусиль, а саме - розтягання зразків до
розриву з метою оцінки надійності різноманітних
виробів, які з них виготовляються, та може засто-
совуватись у виробництві різноманітних виробів з
металу, зокрема, при виготовленні труб.

За існуючими стандартами визначаються такі
основні характеристики металу: границя текучості,
границя міцності та відносне подовження.

В той же час одним із важливіших параметрів,
які характеризують поняття надійності металу і

металічних конструкцій, є поняття відмови, тобто
часткова або повна втрата якості системи. Даному
терміну відповідає поняття «граничний стан кон-
струкції», зокрема, труб, із яких виготовлена кон-
струкція.

Одним з найважливіших параметрів, які харак-
теризують граничний стан металу і металевих
труб, та, відповідно, граничний стан конструкцій, є
відносне подовження при розриві зразка, яке ви-
значається величиною максимального відносного
подовження в мить розриву в найвужчому місці
шийки, тобто приблизно посередині.

(13) U

(11) 61949

(19) UA

В той же час теоретичне визначення залежності для розрахунку максимального відносного подовження при розриві зразка являється досить проблематичним (див. Гастев В.А. Краткий курс сопротивления материалов. М., 1977р. - С. 54). Це обумовлено не тільки складністю замірів деформації шийки зразка, але, передусім, тим, що процес деформації ділянки шийки зразка при його розтягуванні до розриву визначається не тільки деформаційними параметрами, а й інтенсивним тріщиноутворенням.

Найбільш близьким до заявленого технічного рішення є спосіб визначення рівня опору тріщиноутворенню (РОТ) або тріщиностійкості (ТС) визначають за стандартною діаграмою розтягування зразка до його розриву шляхом оцінки величини відносної зміни потенційної роботи пружного розвантаження перед початком утворення шийки на зразку і потенційної роботи пружного розвантаження безпосередньо перед розривом зразка і розраховують за формулою:

$$TC = \frac{A_1 - A_2}{A_1} = 1 - \left(\frac{P_p}{P_{\max}} \right)^2, \text{ де}$$

A_1 - максимально накопичена пружна енергія розвантаження після зняття навантаження безпосередньо перед розривом шийкою зразка;

A_2 - максимально накопичена пружна енергія розвантаження після зняття навантаження безпосередньо перед розривом зразка;

P_p - зусилля розтягування зразка безпосередньо перед його розривом;

P_{\max} - максимальне зусилля розтягування зразка безпосередньо перед шийкою.

Причому для тріщини, площа якої лежить в поздовжньому напрямку, використовують поперечні зразки, а для тріщини, площа якої лежить в поперечному напрямку, - поздовжні зразки.

Суттєвим недоліком способу-прототипу є його здатність характеризувати тільки тріщиностійкість металу і неможливість характеризувати відносне подовження в мить розриву зразка в найвузочному місці, а, отже, і граничний стан металу та труб із нього.

Виходячи з вищезгаданого, задача корисної моделі - підвищення інформативності в поведінці металу шляхом створення простого та прийнятно-го для умов виробництва способу визначення відносного рівня граничного стану металу.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в способі визначення відносного рівня граничного стану металу (ГСМ), що включає стандартні випробування зразка на розтягування до його розриву під дією розтяжних зусиль, відповідно до корисної моделі, відносний рівень граничного стану визначають як середнє геометричне середньої величини відносного подовження ($\varepsilon_{\text{ср.ш}}$) в шийці зразка при його розриві та відносного рівня його

тріщиностійкості (ТС) і розраховують за формулою:

$$ГСМ = \sqrt{\varepsilon_{\text{ср.ш}} \times (ТС)}.$$

Середню величину відносного подовження ($\varepsilon_{\text{ср.ш}}$) в шийці зразка при його розриві визначають за стандартною діаграмою розтягування зразка до його розриву шляхом оцінки величини відносної зміни (зменшення) пружної довжини зразка після зняття навантаження перед його шийкою та безпосередньо перед розривом зразка і розраховують за формулою:

$$\varepsilon_{\text{ср.ш}} = \frac{\Delta L_{\max} - \Delta L_p}{\Delta L_{\max}} = 1 - \frac{P_p}{P_{\max}}, \text{ де}$$

ΔL_{\max} - абсолютна величина пружного зменшення довжини зразка після зняття навантаження розтягування безпосередньо перед його шийкою;

ΔL_p - абсолютна величина пружного зменшення довжини зразка після зняття навантаження розтягування безпосередньо перед його розривом;

P_p - зусилля розтягування зразка безпосередньо перед його розривом;

P_{\max} - максимальне зусилля розтягування зразка безпосередньо перед шийкою.

Причому відносний рівень тріщиностійкості розраховують за формулою:

$$TC = \frac{A_1 - A_2}{A_1} = 1 - \left(\frac{P_p}{P_{\max}} \right)^2, \text{ де:}$$

A_1 - максимально накопичена пружна енергія розвантаження після зняття навантаження безпосередньо перед розривом шийки зразка;

A_2 - максимально накопичена пружна енергія розвантаження після зняття навантаження безпосередньо перед розривом зразка.

Основною відмінністю даного технічного рішення від відомих і прототипу, зокрема, є можливість характеризувати відносний рівень граничного стану металу одночасно як його деформаційним станом, так і тріщиностійкістю в шийці зразка.

Це стало можливим, коли авторами поданого на реєстрацію технічного рішення було встановлено, що відносне середнє подовження ($\varepsilon_{\text{ср.ш}}$) в шийці зразка при його розтягуванні до розриву, при інших рівних умовах, адекватне відносній зміні величини пружного зменшення довжини зразка перед шийкою і перед його розривом. В результаті була отримана формула:

$$\varepsilon_{\text{ср.ш}} = \frac{\Delta L_{\max} - \Delta L_p}{\Delta L_{\max}} = 1 - \frac{P_p}{P_{\max}}. \quad (1)$$

Величина $\varepsilon_{\text{ср.ш}}$ знаходиться в межах $0 \leq \varepsilon_{\text{ср.ш}} \leq 1$.

В той же час відносну тріщиностійкість (ТС) визначають за формулою:

$$TC = \frac{A_1 - A_2}{A_1} = 1 - \left(\frac{P_p}{P_{\max}} \right)^2. \quad (2)$$

Величина TC знаходиться в межах $0 \leq TC \leq 1$.

$$GCM = \sqrt{\varepsilon_{\text{ср.ш}} \times (TC)} = \sqrt{1 - \frac{P_p}{P_{\max}} - \left(\frac{P_p}{P_{\max}} \right)^2 + \left(\frac{P_p}{P_{\max}} \right)^3}. \quad (3)$$

Величина GCM знаходиться в межах $0 \leq GCM \leq 1$.

Крім того, для тріщини, площа якої лежить в поздовжньому напрямку (вздовж прокату), використовують поперечні зразки, а для тріщини, площина якої лежить в поперечному напрямку, використовують поздовжні зразки.

Спосіб здійснюють наступним чином.

Із стандартної діаграми (отриманої на стандартних розривних машинах) розтягування зразка до його розриву вибирають P_p - величину зусилля розтягування зразка безпосередньо перед його розривом та P_{\max} - максимальне зусилля розтягування зразка безпосередньо перед шийкою. На

Відносний рівень граничного стану визначають як середнє геометричне середньої величини відносного подовження в шийці зразка при його розриві та відносного рівня його тріщиностійкості і розраховують за формулою:

діаграмі при розтягуванні зразка записують криву розтягування, за якою і визначають співвідношення величин P_p / P_{\max} , що входить у формулу для визначення відносної тріщиностійкості (TC), відносного середнього подовження ($\varepsilon_{\text{ср.ш}}$) в шийці зразка при його розтягуванні до розриву та відносного рівня граничного стану металу (GCM).

На даний час запропонований спосіб використовують при аналізі відносного рівня граничного стану металу, який надходить на ВАТ "Дніпропетровський трубний завод", що дає можливість завчасно коригувати технологічний процес виробництва круглих та профільних труб.