



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **69455** (13) **U**  
(51) МПК (2012.01)  
**G01N 3/40** (2006.01)  
**G01N 3/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

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

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2011 13182</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Лебедєв Анатолій Олексійович (UA),</b> <b>Музика Микола Романович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>21.11.2011</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МІЦНОСТІ ІМ. Г.С.</b> <b>ПИСАРЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ</b> <b>НАУК УКРАЇНИ,</b> вул. Тимірязєвська, 2, м. Київ, 01014 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.04.2012</b>	<b>(74)</b> Представник: <b>Марченко Віталій Омелянович, реєстр.</b> <b>№10</b>
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.04.2012, Бюл.№ 8</b>	

**(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЇ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕТОДОМ ТВЕРДОСТІ**

**(57) Реферат:**

Спосіб оцінки технічного стану конструкції в процесі експлуатації методом твердості включає вимірювання твердості металу конструкції на стадіях напрацювання. Потім порівнюють отримані значення твердості з нормованим значенням твердості. Попередньо визначають ділянку найбільших деформацій та здійснюють масові вимірювання твердості. При цьому ступінь деградації металу оцінюють шляхом порівнювання параметрів розсіювання отриманих значень твердості металу.

**UA 69455 U**



Корисна модель належить до способів контролю технічного стану металу конструкції в процесі експлуатації методом твердості.

Відомий спосіб контролю технічного стану конструкції в процесі експлуатації методом твердості, який містить в собі операції вимірювання твердості металу конструкції на стадії  
5 напрацювання, і далі шляхом порівнювання отриманих значень твердості з нормованими значеннями твердості, що визначені для початкового стану металу, судять про ступінь деградації металу, тобто про технічний стан конструкції [1].

Недоліком способу є недостатня точність визначення оцінки технічного стану конструкції тому, що виміри твердості матеріалу конструкції проводять без її навантаження до рівня  
10 робочих напружень, що не у повній мірі відображає реальний стан матеріалу в процесі роботи.

Найбільш близьким за своєю технічною суттю є спосіб оцінки технічного стану конструкції в процесі експлуатації методом твердості, що включає операції вимірювання твердості металу конструкції на стадіях напрацювання і наступного порівнювання отриманих значень твердості з  
15 нормованим значенням твердості, яке відповідає початковому стану металу конструкції, а за різницею згаданих значень оцінюють ступінь деградації металу, тобто технічний стан конструкції [2].

Недоліком згаданого способу є його непридатність до оцінки технічного стану конструкцій із матеріалів, для яких характерна слабка чутливість значень твердості до деградації матеріалу в процесі напрацювання.

В основу пропонованої корисної моделі поставлено задачу створення такого способу оцінки  
20 технічного стану конструкції в процесі експлуатації, який би дозволив проводити діагностику широкого кола матеріалів, в тому числі і матеріалів, характеристики твердості яких в процесі напрацювання змінюються в незначній мірі.

Поставлена задача вирішується тим, що пропонований спосіб контролю технічного стану  
25 конструкції в процесі експлуатації методом твердості, як і відомий, включає операції вимірювання твердості металу конструкції на стадіях напрацювання і наступного порівнювання отриманих значень твердості з нормованим значенням твердості, яке відповідає початковому стану металу конструкції, а за різницею згаданих значень судять про ступінь деградації металу, тобто про технічний стан конструкції, а відповідно корисної моделі, попередньо визначають  
30 ділянку конструкції, що зазнає найбільших деформацій під час експлуатації конструкції, на якій здійснюють масові вимірювання твердості на заданих стадіях напрацювання, а технічний стан визначають шляхом порівнювання параметрів розсіювання отриманих чисел твердості металу, визначених на згаданій ділянці з параметрами розсіювання чисел твердості, що визначені при  
робочому навантаженні конструкції перед початком її експлуатації.

В таблиці 1 наведені результати досліджування рейкової сталі, яка за складом відповідає  
35 вимогам ДСТУ [ДСТУ 4814:2007. Рейки вістрякові типів ОР 50 і ОР 65. Загальні технічні умови]. Видно, що твердість у міру напрацювання практично не змінюється, тоді як різниця поміж параметрами розсіювання - коефіцієнтами гомогенності  $t$  за Вейбулом [3] вимірюваних значень  
40 твердості металу на стадіях напрацювання і у початковому стані, більш достовірно характеризує темп росту накопичення пошкоджень в металі і фактичний рівень накопичених пошкоджень.

Табл. 1

Напрацювання, млн. тон бруто проходження рухомого складу	Твердість, HRB	Параметр розсіювання коефіцієнт гомогенності
0	113,5	39,9
14,4	114,4	26,7
21,6	114,2	19,6
30,6	113,4	15,8
43,2	114,1	14,3
57,6	116,2	10,8

Суть процесів, які проходять в відповідності з операціями запропонованого способу і їх  
45 послідовність, полягає у наступному. Спочатку для конструкції, яка вводиться в експлуатацію, визначають ділянку, що зазнає найбільших деформацій під час експлуатації. Для цього використовують результати силового розрахунку елементів конструкції на міцність чи визначають ділянку експериментально методом тензометрії за показниками тензодатчиків, які наклеюють на елементи конструкції. Як правило, це області дії різного роду навантажень на  
50 елемент конструкції, чи область знаходження рівнодіючої сили від власної ваги конструкції, це

може бути місце консольного закріплення елементу конструкції, стержні і розкоси ферм різного призначення і т.п. Далі конструкцію, яка знаходиться у початковому стані, навантажують до рівня робочих напружень і в цьому стані проводять масові виміри твердості на ділянці конструкції, що зазнає найбільших деформацій. Потім на різних стадіях напруцювання на цій ділянці знову проводять масові виміри твердості металу конструкції, яка знаходиться під навантаженням при робочих рівнях напружень, а технічний стан визначають шляхом порівнювання параметрів розсіювання отриманих чисел твердості металу, визначених на згаданій ділянці з параметрами розсіювання чисел твердості, що визначені при робочому навантаженні конструкції перед початком її експлуатації.

Приклад.

Контроль технічного стану металу проводили на трубній сталі 10ГН2МФА, з якої були виготовлені згідно до ГОСТ 1497-84 зразки для випробування на циклічну втому. Такі випробування імітують режим роботи шляхового нафтопроводу. Спочатку зробили масові (по 30 вимірювань) вимірювання твердості HRB матеріалу зразків у початковому стані без навантаження і після навантаження до рівня робочих напружень  $\sigma_b=150$  МПа. Потім проводили випробування зразків на циклічний розтяг до цього рівня робочих напружень при віднульовому циклі. Після кожної наробітки зразків 5, 3918 і 10000 циклів здійснювали масові вимірювання твердості металу кожного зразка без навантаження HRB і під навантаженням HRB<sup>н</sup>. За результатами вимірювань характеристик твердості зразків розраховували параметри  $m$  розсіювання значень твердості для ненавантаженого стану і для навантаженого стану. Контроль технічного стану металу проводили за різницю поміж відповідними параметрами розсіювання, що визначались в навантаженому стані і без навантаження. Результати досліджування трубної сталі 10ГН2МФА наведені в таблиці 2.

Табл. 2

Напруцювання, кількість циклів	Твердість, HRB (ненавантажений стан)	Коефіцієнт гомогенності $m$ (ненавантажений стан)	Твердість, HRB (навантажений стан)	Коефіцієнт гомогенності $m$ (навантажений стан)
0	195	100	193	95
5	200	85	198	81
3918	203	79	198	73
10000	198	70	191	62

Із таблиці 2 видно, що у міру напруцювання твердість змінюється у незначній мірі. Тоді як різниця поміж параметрами розсіювання вимірюваних значень твердості металу на стадіях напруцювання і у початковому стані, що виконані під навантаженням до рівня робочих напружень, більш достовірно характеризує темп росту накопичення пошкоджень в металі і фактичний рівень накопичених пошкоджень.

Отримані результати показують, якщо проводити контроль технічного стану за результатами порівняння вимірів твердості металу конструкції без навантаження і після навантаження до рівня робочих напружень в початковому стані з відповідними значеннями твердості після напруцювання, то можна зробити помилковий висновок стосовно таких параметрів пошкоджуваності металу конструкції, як швидкість накопичення пошкоджень в досліджуваному металі в процесі напруцювання і фактичний рівень накопичених пошкоджень, тому що твердість досліджуваного металу слабо корелюється з рівнем його пошкоджуваності.

Таким чином, характеристики розсіювання значень твердості металу, які визначені під навантаженням до рівня робочих напружень і без навантаження, більш показові при проведенні контролю технічного стану конструкції в процесі експлуатації, ніж характеристики твердості.

Даний спосіб дозволяє проводити контроль технічного стану конструкції на різних стадіях напруцювання внаслідок накопичення пошкоджень, та оцінити реальний стан металу конструкції, виготовленої із матеріалів, для яких характерна слабка чутливість значень твердості до деградації матеріалу.

Джерела інформації:

1. Обладнання технологічне нафтопереробних, нафтохімічних та хімічних виробництв. Технічне діагностування. ДСТУ 4046-2001. - Київ: Держстандарт України. - 2001. - С. 9-14.

2. Патент України, на корисну модель № 40200 Спосіб контролю технічного стану конструкції в процесі експлуатації методом твердості. Бюл. №6 від 25.03.2009 2001. - С 9-14.

3. Weibull W. A statistical distribution function of wide applicability // J. of Appl. Mechanics. - v. 18. - N3. - p. 293-297.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Спосіб оцінки технічного стану конструкції в процесі експлуатації методом твердості, що включає операції вимірювання твердості металу конструкції на стадіях напрацювання і наступного порівнювання отриманих значень твердості з нормованим значенням твердості, яке відповідає початковому стану металу конструкції, а за різницею згаданих значень оцінюють
- 10 ступінь деградації металу, тобто технічний стан конструкції, який **відрізняється** тим, що попередньо визначають ділянку конструкції, що зазнає найбільших деформацій під час експлуатації конструкції, на якій здійснюють масові вимірювання твердості на заданих стадіях напрацювання, а ступінь деградації металу, тобто технічний стан конструкції, оцінюють шляхом
- 15 порівнювання параметрів розсіювання отриманих значень твердості металу, визначених на згаданій ділянці з параметрами розсіювання значень твердості, що визначені при робочому навантаженні конструкції перед початком її експлуатації.

---

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601