



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 53470

(13) A

(51) 7 G01B17/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ОВАЛЬНОСТІ ТРУБ

1

2

(21) 2002064773

(22) 11 08 2002

(24) 15 01 2003

(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р.

(72) Карпаш Олег Михайлович, Криничний Петро Якович, Козоріз Андрій Володимирович

(73) КОЛЕКТИВНЕ ПІДПРИЄМСТВО НАУКОВО-ВИБРОБНИЧА ФІРМА "ЗОНД", ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ

УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(57) Спосіб визначення овальності труб, що включає апроксимацію контуру за рівнянням еліпса, який відрізняється тим, що додатково застосовується акустичний безконтактний лунометод, завдяки якому визначають координати п'яти точок зовнішнього діаметру контрольованої труби, за значеннями яких визначають параметри апроксимуючого еліпса

Винахід відноситься до контрольно - вимірювальної техніки і може бути використаний, наприклад, для вимірювання овальності труб нафтового сортаменту, зокрема, сталених обсадних труб

Відомий спосіб для визначення овальності труб, згідно з яким овальність визначають як подвоєне відношення різниці величин двох взаємно перпендикулярних діаметрів, виміряних в одній площині, до суми цих діаметрів [1]

Недоліком такого способу є низька точність визначення максимального і мінімального діаметрів, виміряних в одній площині, вибірковість, а також низька продуктивність контролю

Відомий також спосіб визначення овальності труб, найбільш близький до винаходу за функціональним призначенням, в якому здійснюють апроксимацію контуру поперечного сечення еліпсом за результатами вимірювання діаметрів штангенциркулем [2]

Недоліком такого способу визначення овальності є вибірковість контролю і низька продуктивність контролю

Обсадні труби мають овальність та відхилення товщини стінки від нормованих значень, які нормуються стандартом [3]. Наявність в трубі цих дефектів призводить до відмов типу зминання експлуатаційних колон в процесі експлуатації свердловин. Дослідженнями встановлено, що вплив овальності на опір труби зовнішньому тиску набагато більший, ніж нерівномірності товщини стінки [4 - 8]. Згідно ГОСТ 632-80 (Труби обсадні та муфти к ним Технические условия), не допуска-

ється овальність труб, яка перевищує 0,8 граничних відхилень по зовнішньому діаметру. Тому визначення овальності обсадних труб для наступного розрахунку колон на міцність перед їх спуском є актуальною задачею

В основу винаходу поставлено задачу підвищення продуктивності контролю, шляхом визначення координат п'яти точок зовнішнього діаметру труб акустичним безконтактним луно-методом

Задача вирішується тим, що у відомому способі, який включає апроксимацію контуру за рівнянням еліпса, додатково застосовують акустичний безконтактний луно-метод, завдяки якому визначають координати п'яти точок зовнішнього діаметру труб, по значенням яких визначають параметри апроксимуючого еліпсу, оскільки рівняння еліпсу повністю визначається п'ятьма своїми точками

Суть винаходу полягає в наступному

Еліпс є кривою другого порядку (кінчне сечення), яка описується рівнянням другої степені відносно декартових прямокутних координат. Загальне рівняння другої степені відносно координат x , y має вигляд [9]

$$a_{11}x^2 + 2a_{12}xy + a_{22}y^2 + 2a_{13}x + 2a_{23}y + a_{33} = 0 \quad (1)$$

Кінчне сечення повністю визначається п'ятьма своїми точками, якщо чотири з них не лежать на одній прямій [9]. Таким чином, задача апроксимації форми поперечного контуру труб зводиться до визначення коефіцієнтів a_{ik} ($i, k = 1, 2, 3$) рівняння (1) на основі отриманих значень координат x_i, y_i ($i = 1, 2, 5$)

(13) A

(11) 53470

(19) UA

Визначення координат п'яти точок зовнішнього діаметру труб проводять акустичним безконтактним луно-методом неруйнівного контролю із застосуванням поздовжніх хвиль на частоті ультразвукових коливань 900кГц. При відомих координатах п'єзоперетворювачів ПЕП1-ПЕП5 (X_i, Y_j) ($i = 1, 2, \dots, 5$) (фіг. 1) координати (x_i, y_i) дорівнюють

$$x_i = X_i - L_i \cos \alpha_i \quad (2)$$

$$y_i = Y_i - L_i \sin \alpha_i \quad (3)$$

де α_i - кут нахилу акустичної вісі i -го п'єзоперетворювача до вісі абсцис,

L_i - відстань між i -м п'єзоперетворювачем і зовнішньою поверхнею контрольованої труби

$$L_i = \frac{C \cdot t_i}{2} \quad (4)$$

C - швидкість розповсюдження поздовжніх хвиль ультразвукових коливань в повітрі,

t_i - час розповсюдження ультразвукових імпульсів між зовнішньою поверхнею стінки труби і випромінюючою поверхнею п'єзоперетворювача

Коефіцієнти a_{ik} ($i, k = 1, 2, 3$) знаходять за відповідним алгоритмом

Знаючи коефіцієнти a_{ik} ($i, k = 1, 2, 3$) рівняння (1) знаходять параметри апроксимуючого еліпса a і b . Тоді овальність контрольованої труби дорівнює

$$e = 2 \frac{a-b}{a+b} \quad (5)$$

Застосування акустичного луно-методу дозволяє безконтактним способом визначати координати п'яти точок зовнішнього діаметру труб, за значеннями яких визначають параметри апроксимуючого еліпсу, що дає можливість підвищити продуктивність контролю овальності труб

Суть винаходу пояснюється кресленням, де на фіг. зображена схема визначення овальності труб

Спосіб здійснюють наступним чином. П'єзоперетворювачі ПЕП1-ПЕП5 по черзі випромінюють акустичні імпульси в напрямку контрольованої труби. Розповсюджуючись в повітрі, акустичні імпульси зустрічають на своєму шляху границю розділу повітря-метал (контрольований виріб) і відбиваються від неї. Після прийому і перетворення перетворювачами ПЕП1-ПЕП5 відбитих ультразвукових коливань в електричні і наступної обробки визначають інтервали часу між моментами випромінювання сигналів і приймання луно-сигналів t_i ($i = 1, 2, \dots, 5$). Координати п'яти точок зовнішнього діаметру труб визначають за формулами (2) - (4), за значеннями яких знаходять коефіцієнти рівняння (1) апроксимуючого еліпса a_{ik} ($i, k = 1, 2, 3$), a , b і обчислюють овальність за формулою (5).

Спосіб не вимагає наявності механічного контакту під час вимірювання, що дозволяє здійснювати контроль безперервно під час поступального руху контрольованої труби відносно п'єзоелектричних перетворювачів. Таким чином, досягається мета підвищення продуктивності контролю і здійснення 100% контролю по всій довжині контрольованої труби.

Приклад розрахунку параметрів апроксимуючого еліпсу за значеннями координат п'яти точок наведений нижче. Розрахунок здійснений в середовищі програми MathCad V7

Приклад розрахунку параметрів апроксимуючого еліпсу за значеннями координат п'яти точок

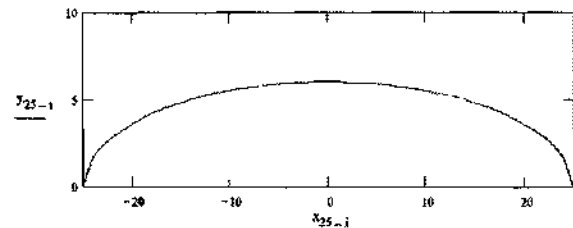
Задаємо значення параметрів рівняння еліпсу $a = 25$ $b = 6$

Обчислюємо значення п'ятдесяти точок за канонічним рівнянням і будуюмо зображення шуканого еліпсу

$$i = 25, 24 \dots -25$$

$$x_{25-i} = i$$

$$y_{25-i} = \sqrt{b^2 \cdot \left[1 - \frac{(x_{25-i})^2}{a^2} \right]}$$



Для перевірки правильності алгоритму, визначимо параметри еліпсу за будь-якими п'ятьма точками (в даному випадку за першими п'ятьма) і порівняємо їх із заданими значеннями a і b

Коефіцієнти a_{ik} ($i, k = 1, 2, 3$) рівняння (1) обчислюються на основі отриманих значень координат x_j, y_j ($j = 1, 2, \dots, 5$)

$$a_{1,1} = \begin{bmatrix} x_1 \cdot y_1 & (y_1)^2 & x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 \cdot y_2 & (y_2)^2 & x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 \cdot y_3 & (y_3)^2 & x_3 & y_3 & 1 \\ x_4 \cdot y_4 & (y_4)^2 & x_4 & y_4 & 1 \\ x_5 \cdot y_5 & (y_5)^2 & x_5 & y_5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|a_{1,1}| = 4.037 \cdot 10^{-4}$$

$$a_{1,1} = |a_{1,1}|$$

$$a_{1,2} = \begin{bmatrix} (x_1)^2 & (y_1)^2 & x_1 & y_1 & 1 \\ (x_2)^2 & (y_2)^2 & x_2 & y_2 & 1 \\ (x_3)^2 & (y_3)^2 & x_3 & y_3 & 1 \\ (x_4)^2 & (y_4)^2 & x_4 & y_4 & 1 \\ (x_5)^2 & (y_5)^2 & x_5 & y_5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|a_{1,2}| = 0$$

$$a_{1,2} = \frac{|a_{1,2}|}{2}$$

$$a_{2,2} = \begin{bmatrix} (x_1)^2 & y_1 \cdot x_1 & x_1 & y_1 & 1 \\ (x_2)^2 & y_2 \cdot x_2 & x_2 & y_2 & 1 \\ (x_3)^2 & y_3 \cdot x_3 & x_3 & y_3 & 1 \\ (x_4)^2 & y_4 \cdot x_4 & x_4 & y_4 & 1 \\ (x_5)^2 & y_5 \cdot x_5 & x_5 & y_5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|a_{2,2}| = 7.008 \cdot 10^{-3}$$

$$a_{2,2} = |a_{2,2}|$$

$$a_{1,3} = \begin{bmatrix} (x_1)^2 & y_1 \cdot x_1 & (y_1)^2 & y_1 & 1 \\ (x_2)^2 & y_2 \cdot x_2 & (y_2)^2 & y_2 & 1 \\ (x_3)^2 & y_3 \cdot x_3 & (y_3)^2 & y_3 & 1 \\ (x_4)^2 & y_4 \cdot x_4 & (y_4)^2 & y_4 & 1 \\ (x_5)^2 & y_5 \cdot x_5 & (y_5)^2 & y_5 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|a_{1,3}| = 7.043 \cdot 10^{-15}$$

$$a_{1,3} = \frac{|a_{1,3}|}{2}$$

$$a_{2,3} = \begin{bmatrix} (x_1)^2 & y_1 \cdot x_1 & (y_1)^2 & x_1 & 1 \\ (x_2)^2 & y_2 \cdot x_2 & (y_2)^2 & x_2 & 1 \\ (x_3)^2 & y_3 \cdot x_3 & (y_3)^2 & x_3 & 1 \\ (x_4)^2 & y_4 \cdot x_4 & (y_4)^2 & x_4 & 1 \\ (x_5)^2 & y_5 \cdot x_5 & (y_5)^2 & x_5 & 1 \end{bmatrix} \quad |a_{2,3}| = 1\,629 \cdot 10^{14}$$

$$a_{2,3} = \frac{|a_{2,3}|}{2}$$

$$a_{3,3} = \begin{bmatrix} (x_1)^2 & y_1 \cdot x_1 & (y_1)^2 & x_1 & y_1 \\ (x_2)^2 & y_2 \cdot x_2 & (y_2)^2 & x_2 & y_2 \\ (x_3)^2 & y_3 \cdot x_3 & (y_3)^2 & x_3 & y_3 \\ (x_4)^2 & y_4 \cdot x_4 & (y_4)^2 & x_4 & y_4 \\ (x_5)^2 & y_5 \cdot x_5 & (y_5)^2 & x_5 & y_5 \end{bmatrix} \quad |a_{3,3}| = -0\,252$$

$$a_{3,3} = |a_{3,3}|$$

За значеннями коефіцієнтів $a_{i,k}$ ($i, k = 1, 2, 3$) знайдемо параметри еліпсу a і b і порівняємо їх із заданими

$$I = a_{1,1} + a_{2,2} \quad D = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} \\ a_{1,2} & a_{2,2} \end{bmatrix} \quad A = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{1,2} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{1,3} & a_{2,3} & a_{3,3} \end{bmatrix}$$

$$I = 7\,412 \cdot 10^3 \quad |D| = 2\,829 \cdot 10^6 \quad |A| = 7\,138 \cdot 10^7$$

$$\lambda_1 = \frac{I + \sqrt{I^2 - 4|D|}}{2} \quad \lambda_2 = \frac{I - \sqrt{I^2 - 4|D|}}{2}$$

$$\lambda_1 = 7\,008 \cdot 10^3 \quad \lambda_2 = 0\,037 \cdot 10^4$$

$$a = \sqrt{\frac{-|A|}{\lambda_1 \cdot (\lambda_2)^2}} \quad b = \sqrt{\frac{-|A|}{(\lambda_1)^2 \cdot \lambda_2}}$$

$$a = 25 \quad b = 6$$

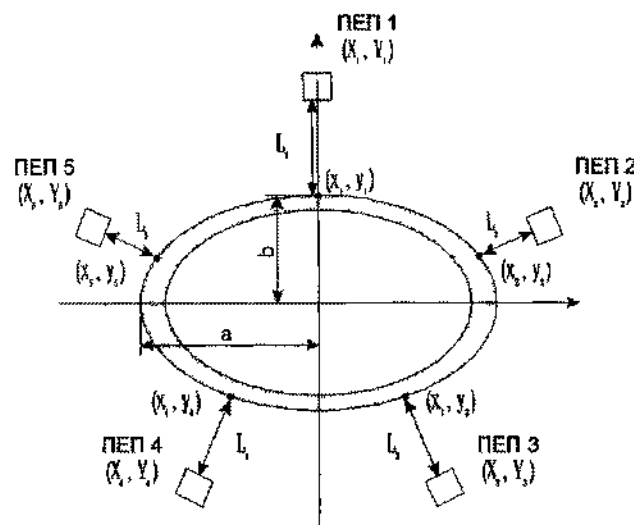
Як видно, значення обчислених і заданих параметрів a і b повністю співпадають, що підтвер-

джує правильність алгоритму. Овальність обчислюється за формулою (5)

$$e = 2 \frac{a-b}{a+b} \quad e = 1\,226$$

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

- РД 39-2-132-78 Інструкція по підготовке обсадних труб к спуску в скважину
- А В Андриянов Аппроксимация формы поперечного контура нарезных труб нефтяного сортамента при расчете их несущей способности // Увеличение ресурса нарезных труб нефтяного сортамента Сборник научных трудов - Куйбышев Гипровостокнефть, 1983 - С 117 - 119
- ГОСТ 632-80 Трубы обсадные и муфты к ним Технические условия
- Саркисов Г М Расчеты бурильных и обсадных колонн - М Недра, 1971 - 208с
- РД 39-2-411-80 Инструкция по расчету бурильных колонн для нефтяных и газовых скважин - Введ 10 10 80 - Куйбышев Би, 1981 - 80с - В надзаг ВНИИ разработки и эксплуатации нефтепромысловых труб
- Министерство нефтяной промышленности Инструкция по расчету обсадных колонн для нефтяных и газовых скважин Утв 19 09 75 / Мингазпром, 20 10 75 / Мингеологии - Куйбышев Би, 1976 - 152с - В надзаг ВНИИ разработки и эксплуатации нефтепромысловых труб
- А В Андриянов Аппроксимация формы поперечного контура нарезных труб нефтяного сортамента при расчете их несущей способности // Увеличение ресурса нарезных труб нефтяного сортамента Сборник научных трудов - Куйбышев Гипровостокнефть, 1983 - С 117 - 119
- А А Мамедов Предотвращение нарушений обсадных колонн - М Недра, 1990 - 240с
- Г Корн, Т Корн Справочник по математике для научных работников и инженеров - М Наука, 1970 - 720с



Фіг

