



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19172 (13) U
(51) МПК (2006)
G01R 33/12МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРУ МЕХАНІЧНОЇ НАПРУГИ В ЦИЛІНДРИЧНИХ ПРОВІДНИХ НЕМАГНІТНИХ ВИРОБАХ**

1

2

(21) u200603956

(22) 10.04.2006

(24) 15.12.2006

(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.

(72) Горкунов Борис Митрофанович, Горкунова
Олена Борисівна(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"(57) Спосіб безконтактного виміру механічної на-
пруги в циліндричних провідних немагнітних ви-
робах, що включає збудження у виробі вихрових
струмів змінним магнітним полем, який **відрізня-**
ється тим, що виріб поміщують у змінне магнітне
поле, спрямоване поперечно до виробу, яке збу-
джує поздовжні вихрові струми, вимірюють внесе-ну електрорушійну силу $E_{вн}$ та її фазу, по якій за
допомогою встановленої універсальної залежності
 φ від узагальненого параметра x знаходять
останній, а по ньому визначають радіус виробу та
питому електричну провідність матеріалу, що є
визначеною функцією від сили F , яка діє на виріб,
та знаходять механічну напругу в виробі за фор-
мулою:

$$\sigma_{\text{мех}} = \frac{F}{\pi R^2},$$

де F - механічна сила, що діє на виріб, R - радіус виробу.

Корисна модель відноситься до неруйнівного контролю і може бути використаний в промисловості для безконтактного контролю механічної напруги протяжних і не протяжних циліндричних провідних виробів, виконаних з немагнітних матеріалів.

Найбільш поширений спосіб виміру механічних напруг в матеріалах базується на використанні тензорезистивних перетворювачів [1], що за своєю суттю є безпосередніми перетворювачами механічних деформацій і через те, що механічна напруга являє собою векторну величину, мають бути прилеєними безпосередньо на поверхню досліджуваного виробу.

Недоліками цього методу є передусім необхідність безпосереднього контакту тензорезистору з поверхнею виробу, що для деяких випадків є неможливим або не дасть результатів вимірів з бажаною точністю.

Відомий спосіб визначення питомого електричного опору шляхом включення циліндричного виробу до схеми моста постійного струму і виміру електричного опору циліндричного виробу [2], а по ньому, знаючи площу поперечного перерізу і довжину виробу, знаходять питомий електричний опір ρ . А далі по відомій залежності питомого опору матеріалу від сили F , що на нього діє, та знаючи

площу поперечного перерізу знаходять механічну напругу в виробі.

Недоліком цього способу є наявність контактів (токових і потенційних), що знижують точність вимірів, а також необхідність знати априорі значення площі поперечного перерізу і довжини виробу.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки способу безконтактного виміру механічної напруги в циліндричних немагнітних виробах, що дозволить контролювати дійсне значення механічної напруги за рахунок постійного визначення фактичного перерізу та питомої електричної провідності циліндричного виробу в процесі його експлуатації.

Поставлена задача досягається тим, що відповідно до способу безконтактного виміру механічної напруги в циліндричних провідних немагнітних виробах, що включає збудження у виробі повздовжніх вихрових струмів від джерела змінного магнітного поля, спрямованого поперечно виробу, а також появу внесеної електрорушійної сили (е.р.с.) $E_{вн}$ у вимірювальній котушці, розташованій поблизу поверхні виробу. По фазі φ цієї е.р.с. $E_{вн}$ судять про питому електричну провідність та радіус виробу, а по них - про механічну напругу в виробі.

Відмітною прикладання змінного магнітного

(19) UA (11) 19172 (13) U

поля перпендикулярно осі виробу і безконтактне визначення механічної напруги в виробі.

Основна ідея даної реалізації полягає в тому, що сигнали трансформаторного електромагнітного перетворювача (ТЕМП) містять відомості про такі параметри виробу, як його радіус R та питома електрична провідність σ , яка залежить від сили F , що діє на виріб. Таким чином, виміривши ці параметри і знаючи функціональний зв'язок між радіусом виробу R , питомою електричною провідністю матеріалу виробу σ , силою F , що діє на виріб, та механічною напругою $\sigma_{\text{мех}}$, можна визначити останню.

На Фіг.1 представлена схема включення ТЕМП із поперечним магнітним полем, що реалізує спосіб виміру механічної напруги в немагнітних циліндричних виробів двопараметровим методом; на Фіг.2 - розташування виробу, а також розташування збуджуючої і вимірювальної котушок робочого перетворювача; на Фіг.3 - графік залежності фази питомої внесеної нормованої е.р.с. (ρ від величини узагальненого параметра x , тобто $\varphi=f(x)$).

$$x = R \cdot \sqrt{2 \cdot \pi \cdot \mu_0 \cdot f \cdot \sigma} \quad (1)$$

де μ_0 - магнітна постійна, $\mu_0=4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;

σ - питома електрична провідність виробу;

f - частота зміни зондуєчого однорідного змінного поля;

R - радіус циліндричного виробу.

Пристрій містить котушки Гельмгольца 1, використані як джерело однорідного змінного збуджуючого магнітного поля, у яке поміщено немагнітний провідний виріб 2 таким чином, щоб це поле було спрямовано перпендикулярно до осі виробу, першу вимірювальну котушку 3 робочого перетворювача РП, установлену так, щоб її вісь збігалася з напрямком поля і перпендикулярна до осі виробу 2, другу вимірювальну котушку, виконану у вигляді вторинної обмотки 4 взаємодуктивності КВ з однорідним магнітним полем, третю вимірювальну котушку 5 компенсаційного перетворювача КП, генератор синусоїдальних сигналів

6, частотомір 7, амперметр 8 для виміру намагнічуючого струму I_H , фазометр 9. Робочий і компенсаційний перетворювачі являють собою два ідентичних перетворювачі, первинні (намагнічуючі) обмотки яких включені послідовно-відповідно, а вторинні (вимірювальні) - послідовно-зустрічне.

Витки вторинної обмотки котушки взаємодуктивності КВ добирають таким чином, щоб е.р.с., яку вимірюють, у неї дорівнювала е.р.с. робочого перетворювача РП без виробу. Далі генератором 6 встановлюють частоту збуджуючого струму, силу якого реєструють амперметром 8. Фазометром 9 вимірюють фазу φ . Далі, користуючись графіком залежності φ від x фіг. 3, знаходять величину узагальненого параметра x . Далі згідно з відомими формулами визначають радіус виробу R та питому електричну провідність σ матеріалу, що є визначеною функцією від сили F , яка діє на виріб, та знаходять механічну напругу $\sigma_{\text{мех}}$ в виробі за формулою

$$\sigma_{\text{мех}} = \frac{F}{\pi R^2}$$

де F - механічна сила, що діє на виріб;

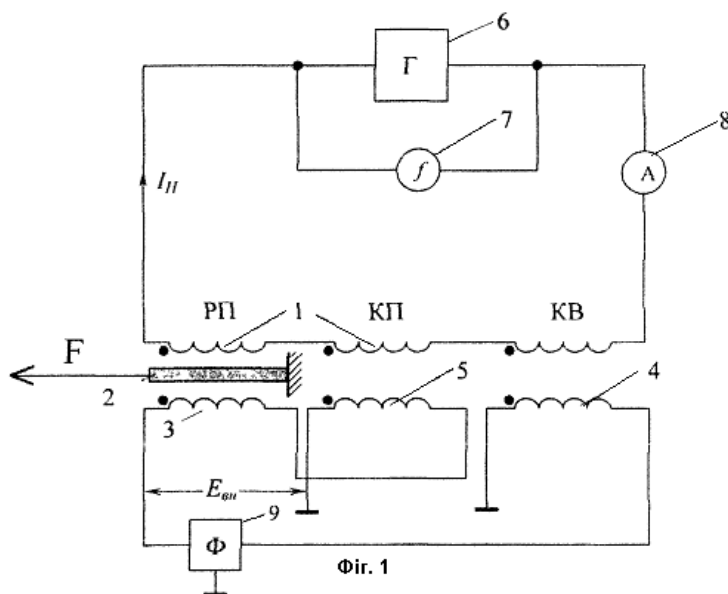
R - радіус виробу.

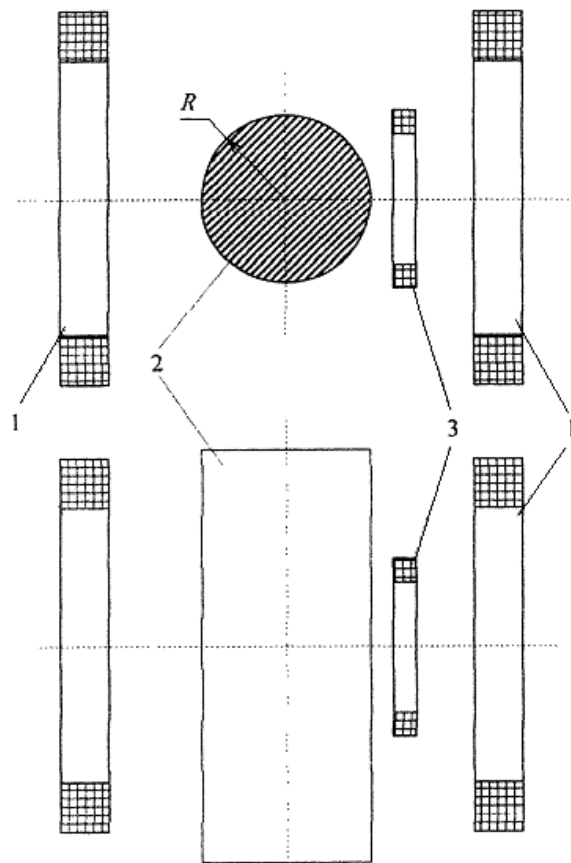
Запропонований спосіб неруйнівного контролю дозволяє безконтактне визначати механічну напругу в циліндричних провідних немагнітних виробках, дає можливість контролювати дійсне значення механічної напруги за рахунок постійного визначення фактичного перерізу циліндричного виробу в процесі його експлуатації.

Джерела інформації:

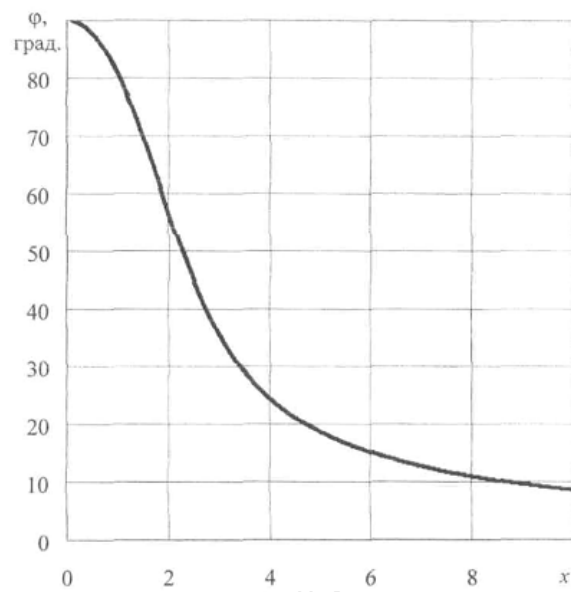
1. Спектор С.А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений: Учеб. пособие для вузов. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. -320с., ил.

2. Электрические измерения / Под ред. А.В. Фремке, Е.М. Душина. - Л.: Энергия, 1980. -392с.





Фиг. 2



Фиг. 3