

Винахід відноситься до приладобудування і може бути використаний для вимірювання величини зусиль, що виникають в різноманітних механізмах різних галузей господарства, наприклад, геологорозвідувальній, нафтовій, машинобудівній, хімічній та інших.

Відомий магнітопружний датчик зусиль [1], який містить корпус, кільцевий чутливий елемент і дві взаємно перпендикулярні обмотки, розміщені під кутом 45° до напрямку дії вимірюваного зусилля в наскрізних отворах чутливого елемента, маючи підвищену точність, має і підвищену чутливість до дії сторонніх (паразитних) магнітних полів на чутливий елемент, що знижують точність вимірювання. Ця конструкція датчика прийнята за прототип. В основу винаходу покладена задача створення такої конструкції датчика, яка б забезпечила зменшення дії паразитних магнітних полів на результати вимірювання, та підвищення точності вимірювання за рахунок нової конструкції чутливого елемента.

Для зниження дії випадкових (паразитних) магнітних полів на чутливий елемент та підвищення точності вимірювання пропонується магнітопружний датчик зусиль, вміщуючий чутливий елемент і дві взаємно перпендикулярні електричні обмотки, розміщені під кутом 45° до напрямку дії вимірюваного зусилля в наскрізних отворах чутливого елемента, який відрізняється тим, що чутливий елемент виконаний в тілі корпусу датчика форми усіченого шара в вигляді днища циліндра з вінцем, з'єднуючим його з тілом корпусу, при цьому площа перерізу днища циліндра перпендикулярна до напрямку вимірюваного зусилля, менше площі перерізу вінця, а між утворюючою циліндра і тілом корпусу маєтья повітряний зазор.

Розріз заявленого магнітопружного датчика в загальному вигляді показаний на фіг. 1, а схема, що пояснює дію датчика, показана на фіг.2.

Магнітопружний датчик зусиль (фіг. 1) вміщує корпус 1 із магнітопружного матеріалу форми усіченого шара, чутливий елемент 4, виконаний в тілі корпусу в вигляді днища циліндра 3 з вінцем 2, з'єднуючим його з тілом корпусу, схрещені обмотки 5, розміщені під кутом 45° до напрямку дії вимірюваного зусилля \vec{F} в наскрізних отворах 6 чутливого елемента 4, повітряний зазор 7 між утворюючою циліндра і тілом корпусу.

Виконання форми чутливого елемента 4 і повітряного зазору 7 забезпечується через циліндричні отвори 8 і 9.

Чутливий елемент виконується так, щоб площа його поперечного перерізу перпендикулярна напрямку дії вимірюваного зусилля і була менше площі поперечного перерізу вінця 2 циліндра 3 в деяке число n раз. Тоді K визначається так:

$$K = \frac{R'_{\text{маб}}}{R_{\text{маб}}} = \frac{\frac{l + 2l/2}{S/n \cdot \mu \cdot \mu_0}}{\frac{\pi l/2}{S \cdot \mu \cdot \mu_0}} = \frac{2 \ln \cdot S \cdot 2 \cdot \mu \cdot \mu_0}{S \cdot \mu \cdot \mu_0 \cdot \pi \cdot l} = \frac{1}{\pi} \cdot 4n, \quad (1)$$

де K - коефіцієнт ослаблення випадкових (паразитних) магнітних полів;

$l + 2l/2$ - середня довжина магнітної силової лінії паразитного магнітного потоку від точки b до точки a по днищу циліндра (чутливому елементу);

l - середній діаметр циліндра;

$l/2$ - середня довжина магнітної силової лінії паразитного магнітного потоку від точки b до точки a по $1/2$ кола вінця циліндра;

S/n - площа перерізу днища циліндра в n раз менша площі перерізу вінця циліндра;

$\mu \cdot \mu_0$ - відносна магнітна проникність матеріалу корпусу;

$R'_{\text{маб}}$ - магнітний опір по ланцюгу від точки a до точки b по перерізу днища циліндра;

$R_{\text{маб}}$ - магнітний опір по ланцюгу від точки a до точки b по перерізу вінця циліндра;

S - площа перерізу вінця циліндра;

n - число перевищення площі перерізу вінця над площею перерізу днища циліндра.

Таким чином, в запропонованій конструкції магнітопружного датчика відповідно до закону Ома для магнітного ланцюга:

$$\Phi = \frac{U_M}{R_M};$$

де Φ - магнітний потік [Вб];

U_M - магнітна напруга [Вб/Гн];

R_M - магнітний опір [1/Гн];

Із закону Кірхгофа: $\sum \Phi = 0$;

при $n = 2$ $K = 2,55$,

т.і. паразитний магнітний потік Φ по перерізу чутливого елемента ослаблюється приблизно в 2,5 рази (при площі перерізу чутливого елемента, меншій в 2 рази площі перерізу вінця циліндра).

Принцип роботи магнітопружного датчика зусиль такий. Одна електрична обмотка W_1 [фіг.2] (первинна) живиться перемінним струмом від електронного генератора і при відсутності вимірюючої сили \vec{F} та при ізотропності матеріалу чутливого елемента датчика в вторинній обмотці ЕДС взаємоіндукції дорівнюватиме нулю т.як, відповідно конструкції, вектор \vec{B} магнітної Індукції знаходиться під кутом 45° до напрямку дії вимірюваної сили \vec{F} і під кутом 90° до напрямку збуджуючого вектора магнітної індукції первинної обмотки W_1 .

При початку дії вимірюваної сили \vec{F} на корпус 1 виникає анізотропія матеріалу чутливого елемента 4 і

напрямок вектора (кут β) магнітної Індукції у вторинній обмотці змінюється, при цьому справедливий наступний вираз для кута [2]:

$$\cos \beta - \sin \beta \approx \frac{3}{2} \times \frac{\lambda_s \cdot \sigma}{K (\cos \beta - \sin \beta) - 1,89 \frac{H B}{(\cos \beta + \sin \beta)^2}}.$$

Якщо виконується умова $K \gg HB$ (для матеріалів з високою магнітною проникністю), то вираз для кута β спрощується

$$\cos 2\beta \approx \frac{3\lambda_s}{2K} \cdot \sigma,$$

де λ_s - відносна магнітострикційна деформація насиченості;

K - постійна анізотропії;

\vec{B} - вектор Індукції;

σ - механічна напруга;

β - величина кута між напрямом вектора індукції і вимірюваного зусилля.

При цьому в вторинній обмотці W_2 виникає ЕДС корисного сигналу, величина якої лінійно змінюється в межах невеликих значень кута β , достатніх для вимірювання, і мало залежить в запропонованій конструкції датчика від намагнічуючої сили паразитних магнітних полів.

При намагніченні паразитним магнітним полем корпусу датчика магнітний потік Φ паразитної намагнічуючої сили U_M в точці а вінець 2 (фіг. 1) відповідно до закону Кірхгофа ($\sum \Phi = 0$) розгалужується на два напрями: по січенню вінець 1 по січенню чутливого елемента 4.

При цьому величина магнітного потоку визначається за законом Ома для магнітного ланцюга: по чутливому елементу:

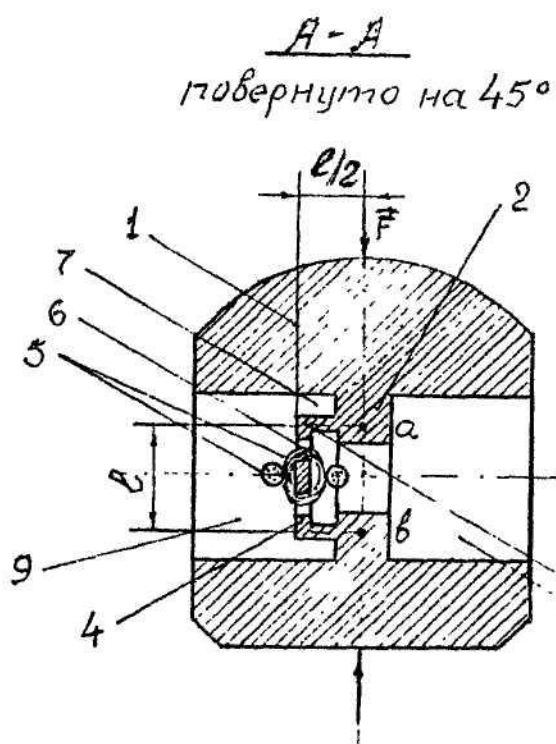
$$\Phi_{ч.е.} \approx \frac{U_M}{R_{маг}} = \frac{U_M}{1 + \frac{2l/2}{S/\pi \cdot \mu \cdot \mu_0}};$$

а по ланцюгу вінець:

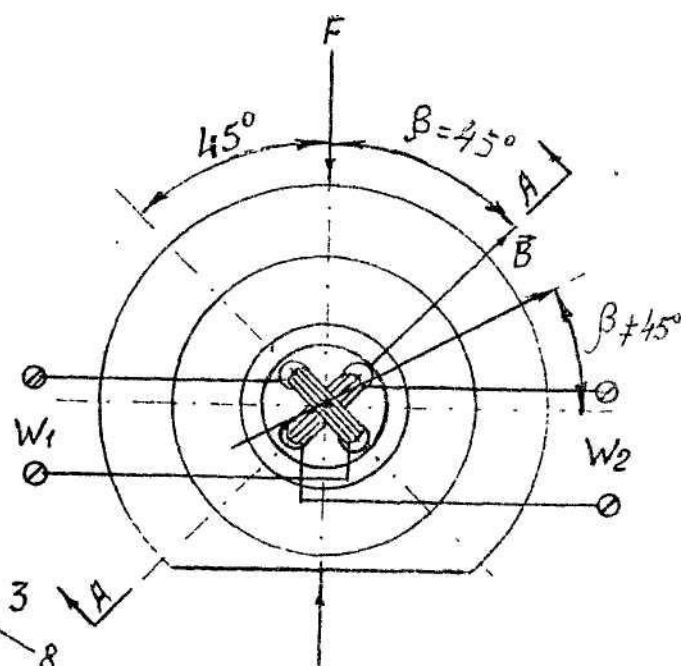
$$\Phi_v = \frac{U_M}{\frac{\pi l/2}{S \cdot \mu \cdot \mu_0}}.$$

Так як чутливий елемент і вінець виконані із одного і того ж матеріалу, то величини їх магнітних потоків будуть залежати тільки від величини площі поперечного січення, та довжини магнітної силової лінії. Якщо площа поперечного січення чутливого елемента в 2 рази менша площі січення вінець, а глибина повітряного зазору впродовж утворюючої циліндра приблизно рівна половині діаметра циліндра, то дія паразитного магнітного потоку на чутливий елемент ослаблюється приблизно в 2,5 раза, тобто точність вимірювання підвищується в 2,5 раза.

Практично виготовлений запропонований магнітопружний датчик із сплаву 44НХТЮ дає можливість вимірювати зусилля до 10 т.е. з точністю до 1%.



фиг. 1



фиг. 2