





Корисна модель належить до магнітних вимірювань, а саме до цифрових автоматичних коерцитиметрів, та може бути застосована для вимірювання твердості та механічних характеристик корелюючих з коерцитивною силою виробів із феромагнітних матеріалів.

Відомо цифровий автоматичний коерцитиметр, що містить котушку Гельмгольца, генератор лінійного струму, блок керування, пороговий блок, елемент I, лічильник імпульсів, цифровий індикатор, тригер, генератор тактових імпульсів, дільник імпульсів, піковий детектор, диференціюючий блок, датчик тангенційної складової напруженості поля, датчик нормальної складової напруженості поля, два квадратори, суматор, та блок добування кореня, причому датчик нормальної складової напруженості поля через перший квадратор з'єднаний з першим входом суматора, а другий квадратор з'єднаний з другим входом суматора, вихід якого через блок добування кореня підключений до входу тригера та входу пікового детектора, застосовано додатковий датчик тангенційної складової напруженості поля, розташований з протилежного боку виробу, при цьому виходи датчиків тангенційної складової напруженості поля з'єднані зі входами додаткового суматора, вихід якого підключений до входу другого квадратора [див. патент України № 64160, G01R 33/12, опубл. 25.10.2011, бюл. № 20].

Недолік відомого цифрового автоматичного коерцитиметра полягає в тому, що через наявність датчика нормальної складової напруженості зовнішнього магнітного поля виробу та пари датчиків тангенційної складової напруженості поля цифровий автоматичний коерцитиметр має недостатню чутливість та точність вимірювання.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення цифрового автоматичного коерцитиметра шляхом того, що застосовано градієнтометр тангенційної складової напруженості поля, розташований на осі котушки Гельмгольца з боку торця виробу, що дозволить підвищити чутливість коерцитиметра.

Поставлена задача вирішується тим, що у цифровому автоматичному коерцитиметрі, що містить котушку Гельмгольца, генератор лінійного струму, блок керування, пороговий блок, елемент I, лічильник імпульсів, цифровий індикатор, тригер, генератор тактових імпульсів, дільник імпульсів, піковий детектор, диференціюючий блок, датчик нормальної складової напруженості поля, перший та другий квадратори, перший суматор та блок добування кореня, причому датчик нормальної складової напруженості поля через перший квадратор з'єднаний з першим входом першого суматора, другий квадратор з'єднаний з другим входом першого суматора, вихід якого через блок добування кореня підключений до входу тригера та входу пікового детектора, пару датчиків тангенційної складової напруженості поля, розташованих з боку торця виробу, при цьому їхні виходи з'єднані зі входами другого суматора, згідно корисної моделі, коерцитиметр забезпечено градієнтометром тангенційної складової напруженості поля, розташованим на осі котушки Гельмгольца з боку торця виробу, при цьому вихід градієнтометра тангенційної складової напруженості поля з'єднано з першим входом третього суматора, другий вхід якого зв'язано з виходом другого суматора, а вихід - зі входом другого квадратора.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де зображено цифровий автоматичний коерцитиметр (фіг. 1), що містить котушку Гельмгольца 1, генератор 2 лінійного струму, блок 3 керування, пороговий блок 4, елемент I 5, лічильник 6 імпульсів, цифровий індикатор 7, тригер 8, датчик нормальної складової напруженості поля 9, піковий детектор 10, диференціюючий блок 11, генератор 12 тактових імпульсів, дільник 13 імпульсів, виріб 14, першу пару датчиків тангенційної складової напруженості поля 15, 16, градієнтометр тангенційної складової напруженості поля 17, перший-третій суматори 18-20, перший та другий квадратори 21, 22 та блок добування кореня 23.

На фіг. 2 наведено схему розташування виробу 14, першої пари датчиків тангенційної складової напруженості поля 15, 16, градієнтометра тангенційної складової напруженості поля 17, розміщеного на осі котушки Гельмгольца 1 з боку торця виробу 14, та датчика нормальної складової напруженості поля 9.

На фіг. 3 наведено часові діаграми роботи цифрового автоматичного коерцитиметра.

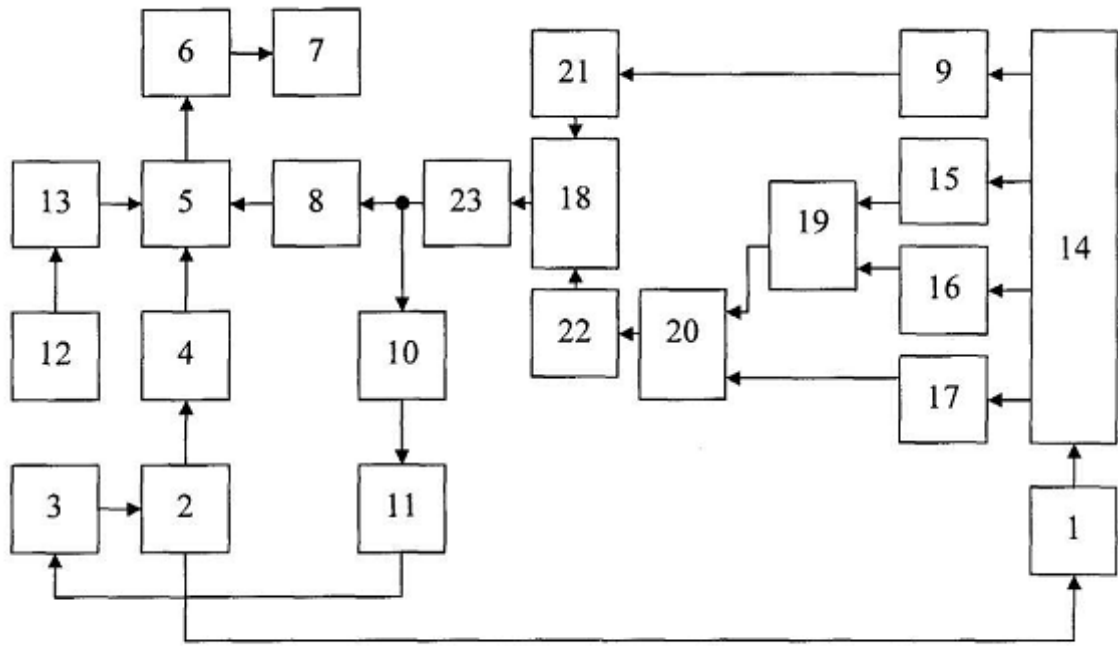
При подачі напруги живлення в цифровий автоматичний коерцитиметр та установлення виробу 14 в котушку Гельмгольца 1 блок 3 керування вмикає генератор 2 лінійного струму і в котушку Гельмгольца 1 подається струм, який лінійно зростає (проміжок 0-а діаграми I, фіг. 2), в результаті чого намагнічується виріб 14 і водночас збільшуються сигнали на виході датчика нормальної складової напруженості поля 9, датчиків тангенційної складової напруженості поля 15, 16 та градієнтометра тангенційної складової напруженості поля 17. Сигнали датчиків тангенційної складової напруженості поля 15, 16 підсумовуються в другому суматорі 19, на перший вхід третього суматора 20 подається сигнал з градієнтометра тангенційної складової напруженості поля 17, після чого сигнал з виходу третього суматора 20 зводиться у квадрат у другому квадраторі 22, сигнал датчика нормальної складової напруженості поля 9 зводиться у

квадрат у першому квадраторі 21, потім сигнали підсумовуються у першому суматорі 18 та надходять у блок добування кореня 23. При досягненні насичення виробу 14, що відповідає струму -  $I_{S1}$  (точка а, фіг. 2), сигнал з виходу блока добування кореня 23 сягає максимального значення та через піковий детектор 10 та диференціюючий блок 11 надходить у блок 3 керування, який дає команду генератору 2 лінійного струму. По цій команді струм зменшується до нуля (точка б, фіг. 2) та в момент переходу струму через нуль змінюється його полярність. У котушку Гельмгольца 1 подається струм зворотної полярності, який розмагнічує виріб 14. Одночасно з генератора 2 лінійного струму подається сигнал на пороговий блок 4, який відкриває елемент І 5 за умови наявності сигналу з тригера 8, і імпульси, які виробляє генератор 12 тактових імпульсів, через дільник 13 імпульсів надходять на лічильник 6 імпульсів. Зі зростанням струму відбувається розмагнічування виробу 14 і в момент рівності магнітного поля, наведеного в котушці Гельмгольца 1, коерцитивній силі  $H_{C1}$  виробу 14, що відповідає значенню струму  $I_{H_{C1}}$  (точка в, фіг. 2), сигнал на виході блока добування кореня 23 зменшується до нуля та відбувається перекидання тригера 8. Закривається елемент І 5 та припиняється надходження імпульсів з генератор 12 тактових імпульсів через дільник 13 імпульсів, який зменшує кількість імпульсів, вироблених, удвічі, на лічильник 6 імпульсів, при цьому встановлюється кількість імпульсів  $N_1/2$ , пропорційна половині величини коерцитивної сили  $H_{C1}/2$ . Струм в котушці Гельмгольца 1 продовжує змінюватися за лінійним законом до  $I_{S2}$  (точка г, фіг. 2), при цьому відбувається перемагнічування виробу 14 і в точці г (фіг. 2) він намагнічується до насичення, що відповідає збільшенню вихідного сигналу блока добування кореня 23 до максимуму. Під дією цього сигналу через піковий детектор 10 та диференціюючий блок 11 блок 3 керування впливає на генератор 2 лінійного струму. По цій команді струм знову зменшується до нуля (точка д, фіг. 2) та в момент переходу струму через нуль блок 3 керування міняє напрям струму генератора 2 лінійного струму на зворотний, одночасно через пороговий блок 4 та елемент І 5 на лічильник 6 імпульсів надходять імпульси з генератора 12 тактових імпульсів через дільник 13 імпульсів. Зі зростанням струму знову відбувається розмагнічування виробу 14 і в момент рівності магнітного поля котушки Гельмгольца 1 коерцитивній силі  $H_{C2}$  виробу 14, що відповідає значенню струму  $I_{H_{C2}}$  (точка е, фіг. 2), на виході блока добування кореня 23 з'являється нуль, що спричиняє перекидання тригера 8. Закривається елемент І 5 та припиняється надходження імпульсів з генератор 12 тактових імпульсів через дільник 13 імпульсів на лічильник 6 імпульсів, при цьому до кількості імпульсів  $N_1/2$ , зареєстрованої ним при першому лічненні, пропорційній значенню  $H_{C1}/2$ , додається кількість імпульсів  $N_2/2$ , пропорційна значенню  $H_{C2}/2$ , і на цифровий індикатор 7 подається  $N_1/2+N_2/2=N$  імпульсів, що відповідає коерцитивній силі  $H_{C1}/2+H_{C2}/2=H_C$  виробу 14.

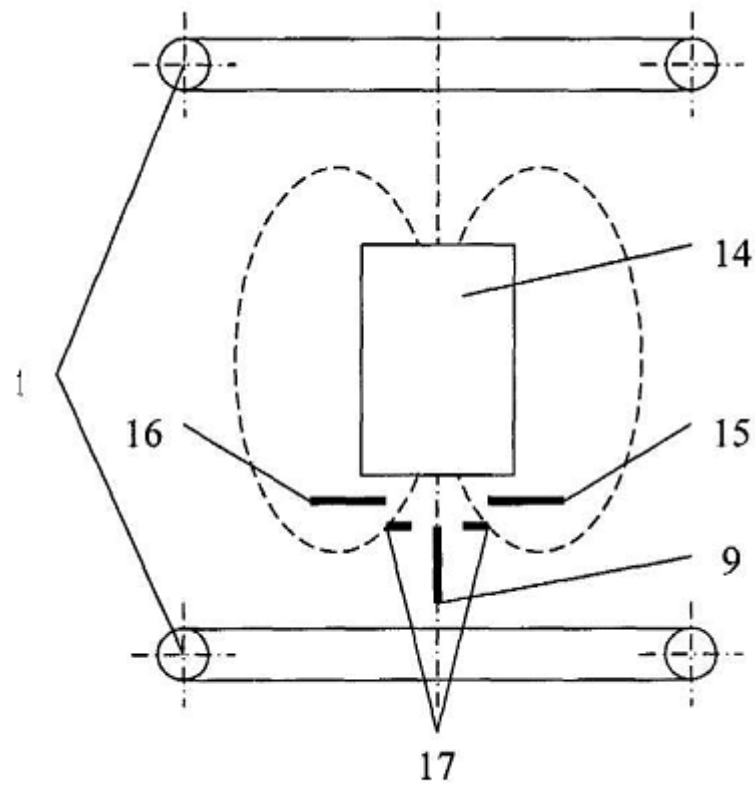
Застосування градієнтометра тангенційної складової напруженості поля забезпечить збільшення корисного сигналу та дозволить підвищити точність вимірів коерцитивної сили та корелюючих з нею характеристик виробів.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

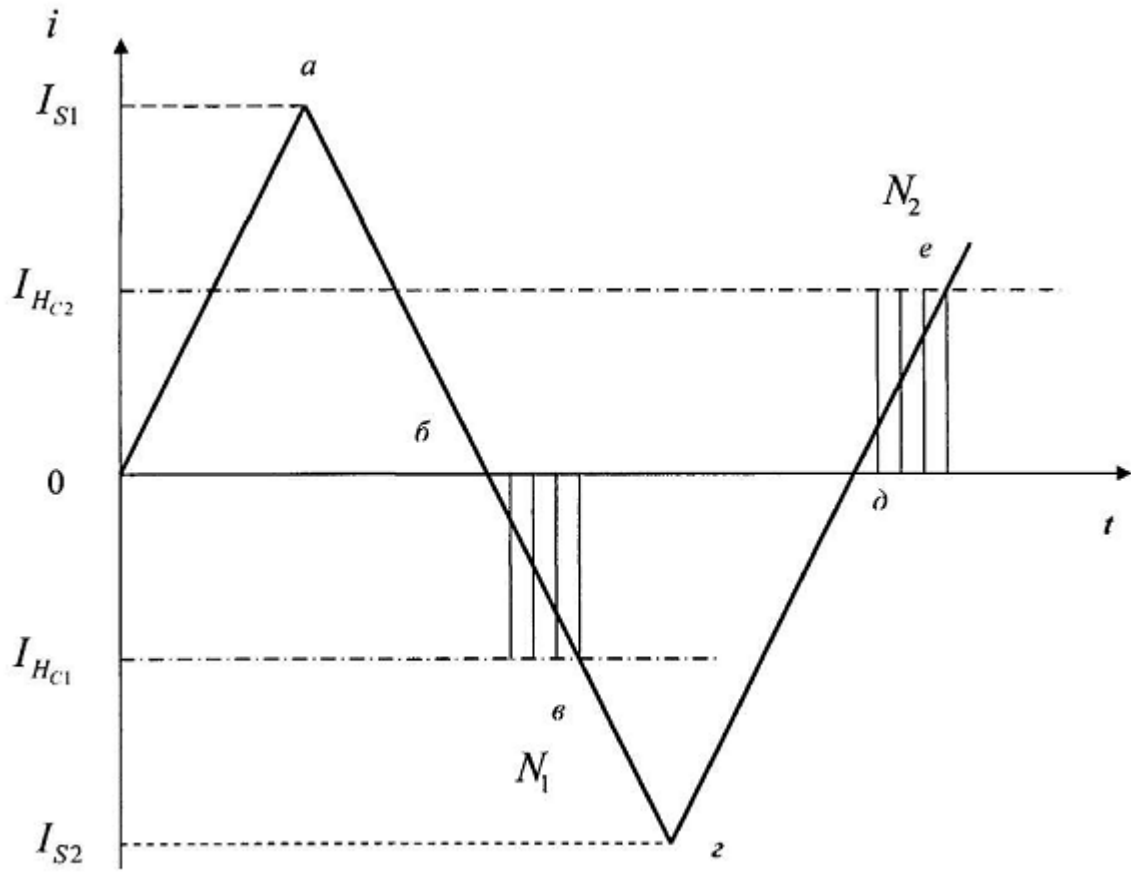
Цифровий автоматичний коерцитиметр, що містить котушку Гельмгольца, генератор лінійного струму, блок керування, пороговий блок, елемент І, лічильник імпульсів, цифровий індикатор, тригер, генератор тактових імпульсів, дільник імпульсів, піковий детектор, диференціюючий блок, датчик нормальної складової напруженості поля, перший та другий квадратори, перший суматор та блок добування кореня, причому датчик нормальної складової напруженості поля через перший квадратор з'єднаний з першим входом першого суматора, другий квадратор з'єднаний з другим входом першого суматора, вихід якого через блок добування кореня підключений до входу тригера та входу пікового детектора, пару датчиків тангенційної складової напруженості поля, розташованих з боку торця виробу, при цьому їхні виходи з'єднані зі входами другого суматора, який **відрізняється** тим, що коерцитиметр забезпечено градієнтометром тангенційної складової напруженості поля, розташованим на осі котушки Гельмгольца з боку торця виробу, при цьому вихід градієнтометра тангенційної складової напруженості поля з'єднано з першим входом третього суматора, другий вхід якого зв'язано з виходом другого суматора, а вихід - зі входом другого квадратора.



Фир. 1



Фир. 2



Фиг. 3

---

Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко

---

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