



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42920 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 27/90МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВИХРОСТРУМОВИЙ АВТОМАТИЗОВАНИЙ ДЕФЕКТОСКОП

1

2

(21) u200902073

(22) 10.03.2009

(24) 27.07.2009

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) УЧАНІН ВАЛЕНТИН МИКОЛАЙОВИЧ, ЧЕР-
ЛЕНЕВСЬКИЙ ВСЕВОЛОД ВАДИМОВИЧ(73) ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ.
Г.В.КАРПЕНКА НАН УКРАЇНИ

(57) 1. Вихрострумний автоматизований дефектоскоп, що складається з обмотки вихрострумного перетворювача і керованого конденсатора, які включені в робочий контур автогенератора, блока регенерації коливальних, включеного між виходом автогенератора і джерелом живлення, що складається з послідовно включених конденсатора, підсилювача-обмежувача, формувача сигналу дефекту і схеми керування напругою живлення, вихід якої підключено до автогенератора, і блока індикації, підключеного до виходу індикації блока регенерації коливальних, який **відрізняється** тим, що в схему вихрострумного дефектоскопа додатково введені піковий детектор з запам'ятовуючим конденсатором, очікувальний генератор наростаючої напруги, очікувальний генератор постійної напруги, регулятор напруги, інвертувальний суматор і перемикач запуску операції налаштування, а як керований конденсатор використано послідовно з'єднані розділювальний конденсатор і варикап, вихід формувача сигналу дефекту блока регенерації коливальних підключено на входи скидання очі-

кувального генератора наростаючої напруги і очікувального генератора прямокутної напруги, вихід очікувального генератора наростаючої напруги підключено до входу пікового детектора, вихід якого підключено до першого входу інвертувального суматора, вихід очікувального генератора прямокутної напруги підключено до регулятора напруги, вихід якого підключено до другого входу інвертувального суматора, один контакт перемикача запуску операції налаштування з'єднано з входами запуску очікувального генератора наростаючої напруги і очікувального генератора прямокутної напруги, другий контакт перемикача запуску операції налаштування підключено до входу скидання пікового детектора і через запам'ятовуючий конденсатор пікового детектора до загального проводу, середній контакт перемикача запуску операції налаштування з'єднано з загальним проводом, вихід інвертувального суматора підключено до керуючого електрода варикапа.

2. Вихрострумний автоматизований дефектоскоп за п. 1, в якому регулятор напруги виконаний у вигляді потенціометра, включеного між виходом очікувального генератора постійної напруги і загальним проводом, а виходом регулятора напруги є рухомий електрод потенціометра.

3. Вихрострумний автоматизований дефектоскоп за п. 1, в якому напруга на виході очікувального генератора наростаючої напруги після запуску збільшується за лінійним законом.

Корисна модель відноситься до засобів неруйнівного контролю вихрострумовим методом і може бути використаний, зокрема, для створення статичних вихрострумових дефектоскопів для виявлення дефектів в електропровідних матеріалах і виробках.

Відомий вихрострумний дефектоскоп, що складається з вихрострумного перетворювача параметричного типу, який включено в коливальний контур одноконтурного автогенератора, блока індикації і блока живлення, які з'єднані з автогенератором [1].

Недоліком відомого вихрострумного дефектоскопу є низька достовірність контролю через відсутність відстроювання від зміни зазору між

вихрострумовим перетворювачем і контрольованою поверхнею, а також низька продуктивність контролю через відсутність автоматичного налаштування. Крім того, при ручному налаштуванні на достовірність контролю впливає кваліфікація оператора.

Відомий вихрострумний дефектоскоп, що складається з вихрострумного параметричного перетворювача, який включено в двоконтурний автогенератор, блока індикації, підключеного до виходу автогенератора і блока живлення [2].

Недоліком відомого вихрострумного дефектоскопу є низька достовірність і продуктивність контролю через великий час поновлення коливальних після виявлення дефекту і відсутність можливості

(13) U

(11) 42920

(19) UA

автоматичного настроювання, що призводить до залежності результатів контролю від кваліфікації оператора.

Відомий вихрострумний дефектоскоп, який складається з вихрострумного перетворювача, включеного в робочий контур двоконтурного автогенератора на польовому транзисторі, джерела живлення, що підключено до виходу автогенератора через блок регенерації коливань, і блоку звукової індикації, підключеного до виходу автогенератора [3].

Недоліком відомого вихрострумного дефектоскопу є низька продуктивність і достовірність контролю через відсутність можливості автоматичного настроювання і вплив суб'єктивних факторів, пов'язаних з кваліфікацією оператора. Крім того, недоліком відомого дефектоскопу є низька надійність і чутливість контролю через недостатньо високий вхідний опір, обмежену граничну частоту і малу крутизну перехідної характеристики транзистора.

Відомий вихрострумний дефектоскоп, який складається з автогенератора, в робочий коливальний контур якого включена обмотка вихрострумного перетворювача і варикап, керований вхід якого підключений до блоку живлення через блок керованого подільника напруги. Автогенератор підключено до блоку живлення через блок регенерації коливань. До виходу автогенератора підключено блок індикації [4].

Недоліком відомого дефектоскопа є наявність тільки звукової індикації дефекту, що обмежує його використання в умовах високого рівня шумів. Крім того недоліком є відсутність автоматизації настроювання дефектоскопу, що підвищує вплив суб'єктивних факторів, зокрема кваліфікації оператора на достовірність контролю.

Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі є вихрострумний дефектоскоп [5], що складається з обмотки вихрострумного перетворювача і керованого конденсатора, включених в робочий контур автогенератора. Вихід автогенератора через блок регенерації коливань підключено до джерела живлення. При цьому, блок регенерації коливань виконаний у вигляді послідовно включених конденсатора, підсилювача-обмежувача, формувача сигналу дефекту і схеми керування напругою живлення, а блок звукової сигналізації включений між виходом підсилювача обмежувача і загальною шиною блока живлення. Вихід формувача сигналу дефекту підключено до блоку світлової індикації у вигляді послідовно з'єднаних розширювача імпульсу і світлового індикатора.

Недоліком відомого вихрострумного дефектоскопу є низька продуктивність через відсутність автоматизації процедури настроювання, а також низька достовірність контролю через вплив на якість настроювання дефектоскопу суб'єктивних факторів, пов'язаних з кваліфікацією оператора.

Метою запропонованого способу є підвищення продуктивності і достовірності контролю.

Мета досягається тим, що у вихрострумний дефектоскоп, який складається з обмотки вихрострумного перетворювача і керованого конденсатора, включених в робочий контур автогенератора,

блока регенерації коливань, включеного між автогенератором і джерелом живлення, який складається з послідовно включених конденсатора, підсилювача-обмежувача, формувача сигналу дефекту і схеми керування напругою живлення, вихід якої підключено до автогенератора, а також блока індикації дефектоскопу, підключеного до виходу індикації блоку регенерації коливань, додатково введені піковий детектор з запам'ятовуючим конденсатором, очікувальний генератор наростаючої напруги, очікувальний генератор прямокутної напруги, регулятор напруги, інвертувальний суматор і перемикач запуску операції настроювання. В якості керованого конденсатора використано послідовно з'єднані розділювальний конденсатор і варикап. Вихід формувача сигналу дефекту блока регенерації коливань підключено на входи скидання очікувального генератора наростаючої напруги і очікувального генератора прямокутної напруги. Вихід очікувального генератора наростаючої напруги підключено до входу пікового детектора, вихід якого підключено до першого входу інвертувального суматора. Вихід очікувального генератора прямокутної напруги підключено до регулятора напруги, вихід якого підключено до другого входу інвертувального суматора. Один контакт перемикача запуску операції настроювання з'єднано з входами запуску очікувального генератора наростаючої напруги і очікувального генератора прямокутної напруги. Другий контакт перемикача запуску операції настроювання підключено до входу скидання пікового детектора і через запам'ятовуючий конденсатор пікового детектора до загального проводу. Середній контакт перемикача запуску операції настроювання з'єднано з загальним проводом. Вихід інвертувального суматора підключено до керуючого електроду варикапа.

Регулятор напруги може бути виконаний у вигляді потенціометра, включеного між виходом очікувального генератора постійної напруги і загальним проводом, а виходом регулятора напруги є рухомий електрод потенціометру.

Напруга на виході очікувального генератора наростаючої напруги може після запуску збільшуватися за лінійним законом.

На Фіг.1 представлено схему вихрострумного автоматизованого дефектоскопа.

На Фіг.2 представлено сигнали, які пояснюють роботу вихрострумного автоматизованого дефектоскопа: а - наростаюча напруга U_1 на виході очікувального генератора лінійно наростаючої напруги; t_1 - момент запуску при відпусканні перемикача 15, t_2 - момент скидання (зупинки) при надходженні імпульсу дефекту, $U_{\text{макс}}$ - максимальна напруга в момент зупинки генератора; б - прямокутний імпульс на виході очікувального генератора прямокутної напруги 17; в - напруга ΔU прямокутного імпульсу після регулятора напруги 18; г - короткий імпульс дефекту для зупинки очікувальних генераторів 14 і 17; д - вихідна напруга пікового детектора 16; е - напруга на керуючому електроді варикапа (виході інвертувального суматора 10).

Вихрострумний автоматизований дефектоскоп складається з обмотки 1 вихрострумного перетворювача, розділювального конденсатора 2 і

варикапа 3, які включено в робочий коливальний контур автогенератора 4. В склад дефектоскопу входить блок регенерації коливачів 5, який складається з конденсатора 6, підсилювача-обмежувача 7, формувача сигналу дефекту 8 і схеми керування напругою живлення 11. Автогенератор 4 живиться від блоку живлення 12 через схему керування напругою живлення 11 блоку регенерації коливачів 5. До виходу формувача сигналу дефекту 8 блоку регенерації коливачів 5 підключено блок індикації 9. Вихід формувача сигналу дефекту 8 підключено також до входів зупинки очікувального генератора наростаючої напруги 14 і очікувального генератора прямокутної напруги 17. Вихід очікувального генератора наростаючої напруги 14 підключено до входу пікового детектора 16, вихід якого підключено до першого входу інвертувального суматора 10. Вихід очікувального генератора прямокутної напруги 17 підключено до регулятора напруги 18 у вигляді потенціометра, вихід (рухомий електрод) якого підключено до другого входу інвертувального суматора 10. Один контакт перемикача запуску операції налаштування 15 з'єднано з входами запуску очікувального генератора наростаючої напруги 14 і очікувального генератора прямокутної напруги 17. Другий контакт перемикача запуску операції налаштування 15 підключено до входу скидання пікового детектора 16 і через запам'ятовуючий конденсатор 13 пікового детектора 16 підключено до загального проводу 19. Середній контакт перемикача запуску операції налаштування 15 з'єднано з загальним проводом 19. Вихід інвертувального суматора 10 підключено до керуючого електроду варикапу 3.

Вихрострумний автоматизований дефектоскоп працює наступним чином.

Вихрострумний перетворювач встановлюють обмоткою 1 на бездефектну ділянку контролюваного об'єкту (не показано). Натискають кнопку перемикача запуску операції налаштування 15, контакти якого замикають виводи запам'ятовуючого конденсатора пікового детектора 13, що призводить до встановлення на ньому нульової напруги. При відпусканні кнопки перемикача 15 в момент часу t_1 (Фіг.2-а) вона повертається в початкове положення і одночасно замикає входи запуску очікувальних генераторів 14 і 17 на загальний провід. Це призводить до одночасного запуску очікувального генератора наростаючої напруги 14 і очікувального генератора прямокутної напруги 17. Розглянемо випадок, коли напруга на виході очікувального генератора наростаючої напруги після запуску збільшується за лінійним законом. З виходу очікувального генератора наростаючої напруги 14 лінійно наростаюча напруга (Фіг.2-а) надходить на піковий детектор 16. На виході очікувального генератора прямокутної напруги 17 формується прямокутний імпульс (Фіг.2-б), який продовжується до зупинки генераторів в момент часу t_2 . Після регулятора напруги 18 одержуємо напругу ΔU (Фіг.2-в), яка надходить на один із входів інвертувального суматора 10.

Для автоматичного налаштування необхідно забезпечити плавне зниження частоти автогенератора 4 з моменту часу t_1 , коли відпусканням кно-

пки перемикача 15 запускається генератор наростаючої напруги 14 і очікувальний генератор прямокутної напруги 16. Амплітуда прямокутного імпульсу на виході очікувального прямокутного генератора дорівнює напрузі живлення $U_{ж}$. Імпульс прямокутної напруги триває від моменту часу t_1 , до моменту часу t_2 , так як в момент часу t_2 відбувається зупинка обох генераторів 14 і 17 коротким імпульсом (Фіг.2-г), який надходить з блоку регенерації коливачів 5. Цей імпульс надходить також на блок індикації 9 для сигналізації про зрив коливачів. В залежності від особливості дефектоскопу використовується світлова і/або звукова індикація. Для управління варикапом 3 в процесі автоматичного налаштування шляхом пониження частоти необхідно сформувати спадаючу напругу. Це досягається за допомогою інвертувального суматора 10, який формує напругу для керування ємністю варикапа 3. Зрив коливачів автогенератора 4 відбувається з двох причин: у випадку пониження частоти коливального контуру автогенератора 4 з варикапом 3 в процесі налаштування дефектоскопа або через зменшення добротності обмотки 1 вихрострумного перетворювача під дією дефекту в процесі сканування контрольованого об'єкту. В момент t_2 наростання напруги U_t зупиняється і її максимальне значення U_{\max} запам'ятовується в запам'ятовуючому конденсаторі 13 пікового детектора 16. Це значення напруги зберігається на протязі роботи оператора з дефектоскопом. За необхідності виконують повторне автоматичне налаштування дефектоскопа шляхом встановлення вихрострумного перетворювача 1 на бездефектній ділянці і натискання кнопки перемикача 15.

З моменту часу t_1 до моменту часу t_2 інвертувальний суматор 10 подає на варикап 3 сумарну напругу

$$U_b = U_{ж} - (U_t + \Delta U),$$

де U_t - наростаюча напруга в момент часу t . Напруга на варикапі 3 U_b є результатом інвертування суми двох напруг: максимальної напруги U_{\max} з виходу пікового детектора 16 (Фіг.2-д) і напруги ΔU з виходу регулятора напруги 18 (Фіг.2-в). З моменту часу t_2 прямокутний імпульс (Фіг.2-в) закінчується і на входах інвертувального суматора 10 залишається тільки одна напруга U_{\max} . На виході інвертувального суматора 10 формується напруга

$$U = U_{ж} - U_{\max} \quad (\text{Фіг.2-е}),$$

яка надходить на керуючий електрод варикапу 3. В момент часу t_2 вихідна напруга інвертувального суматора 10 підвищується на величину ΔU . Це призводить до зменшення ємності варикапу 3 і збільшення частоти автогенератора 4. При цьому встановлюється режим стійкої генерації. Величина напруги ΔU визначає віддаленість встановленого режиму від режиму зриву коливачів автогенератора 4 і, по суті, визначає чутливість дефектоскопа до дефектів після проведення налаштування. Значення ΔU встановлюється оператором за допомогою регулятора напруги 18. Чим меншим є значення напруги ΔU , тим більша чутливість дефектоскопу. При налаштуванні чутливості оператор, зазвичай, користується стандартним зразком з мінімальним дефектом, який необхідно виявляти. Процес автоматичного на-

строювання дефектоскопу з моменту часу t_1 (відпускання кнопки перемикача 15) до моменту часу t_2 , коли настроювання завершено, триває не більше 0,2 с. Час зберігання напруги в запам'ятовуючому конденсаторі 13 без суттєвих змін досягає 60 хвилин і залежить від якості діелектрика і ємності конденсатора.

Виконання елементів схеми вихрострумowego дефектоскопа з автоматичним настроюванням, зокрема автогенератора, генератора наростаючої напруги, пікового детектора і суматора описано в літературі [1, 6-8].

Запропонований винахід використано при створенні макета автогенераторного вихрострумowego дефектоскопу з функцією автоматичного настроювання. Це дозволило забезпечити повторюваність при настроюванні автогенератора в робочий режим. Таким чином, на чутливість дефектоскопа після настроювання не впливають суб'єктивні фактори, наприклад, кваліфікація оператора або ретельність проведення настроювання. Це дозволило підвищити достовірність контролю і його продуктивність, так як операція ретельного ручного настроювання займає багато часу. Випробування макету дефектоскопу підтвердили ефективність запропонованої схеми.

Джерела інформації:

1. Дорофеев А.Л., Казамапов Ю.Г. Электромагнитная дефектоскопия. - М.: Машиностроение, 1980. - 232с.

2. А.с. №418788, МКИ G01N27/86. Вихретоковый дефектоскоп / М.Э.Хургин, Ф.А.Жислин, Р.И.Лихачев. - № 1769326/25-28; Заявлено 6.04.72; Опубл. 5.03.74, Бюл. №9. - 3с.

3. А.с. №838546 СССР, МКИ G01N27/90. Вихретоковый дефектоскоп / О.А.Селиванов, Ф.И.Жислин. - №2834939/25-28; Заявлено 30.10.79; Опубл. 15.06.81, Бюл. №22. - 3с.

4. Учанін В.М., Черленевський В.В. / Вихрострумовой дефектоскоп. - Рішення про видачу деклараційного патенту на винахід (корисну модель) №200811903U, 2008р.

5. Учанін В.М., Черленевський В.В. / Вихрострумовой автогенераторный дефектоскоп. - Рішення про видачу деклараційного патенту на винахід (корисну модель) №200812095U, 2008р.

6. Коломбет Е.А. Таймеры. М.: Радио и связь, 1983. - 125с.

7. Пептон А.Дж., Волш В. Аналоговая электроника на операционных усилителях. М.: Бином, 1994.-350 с.

8. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС. М.: Мир, 1985.-572с.

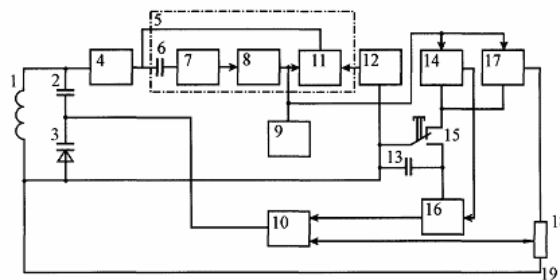


Fig. 1

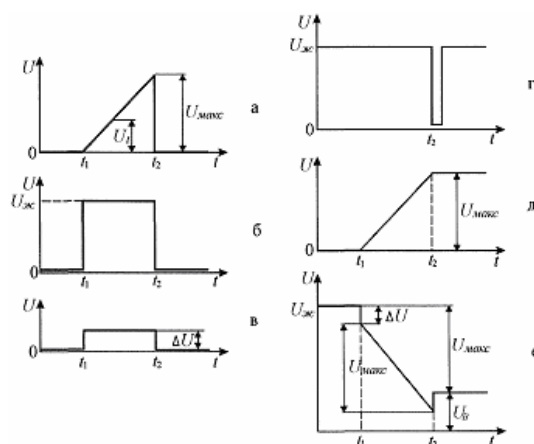


Fig. 2