



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 80504

(13) C2

(51) МПК (2006)
G01N 27/90МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ТА СИСТЕМА ПОВЕРХНЕВОЇ ДЕФЕКТОСКОПІЇ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТОЇ МЕТАЛЕВОЇ ЗАГОТОВКИ

1

2

(21) a200606743

(22) 29.10.2004

(24) 25.09.2007

(86) PCT/FR2004/002802, 29.10.2004

(31) 0313498

(32) 18.11.2003

(33) FR

(46) 25.09.2007, Бюл. № 15, 2007 р.

(72) Мейан Філіп, FR, Тюрон Жан-Мішель, FR,
Мідруа Фабьєн, FR

(73) АРСЕЛОР ФРАНС, FR

(56) US 6339327B1 15.01.2002

US 5506503A 9.04.1996

US 5047719A 10.09.1991

US 5262722A 16.11.1993

(57) 1. Спосіб поверхневої дефектоскопії металевої безперервнолитої заготовки за допомогою вихорострумового дефектоскопа типу «роздільний випромінювач-приймач» з рядами встановлених в лінію суміжних вимірювальних елементів, керованих роздільно за допомогою мультіплексорного пристрою, при цьому досліджуваний виріб простягають по відношенню до дефектоскопа, який **відрізняється** тим, що дефектоскоп містить матрицю вимірювальних елементів, розподілених по рядах та стовпцях, при цьому зазначена матриця містить щонайменше один перший та один другий паралельні ряди (22, 24), кожний з яких містить щонайменше три вимірювальних елементи (C1-C12), мультіплексорний пристрій регулюють відповідно до послідовних етапів керування таким чином, щоб:

на етапі (60, 62, 64, 66) керування активувати перший та другий елементи в кожному ряді, відділені один від одного щонайменше одним неактивним елементом, при цьому на перший елемент подають команду для генерування струмів Фуко на поверхні зазначеної металевої заготовки, при цьому на другий елемент подають команду для виявлення струмів Фуко, генерованих першим елементом, проходження яких на поверхні зазнає змін через наявність поверхневих дефектів, при цьому після закінчення заздалегідь визначеного проміжку часу обидва елементи дезактивують, і зазначений етап керування повторюють для двох наступних елементів,

зміщених щонайменше на один елемент уздовж цього ж ряду відносно двох дезактивованих елементів, і так далі до завершення тестування всієї зони досліджуваної поверхні, причому зазначений етап (60, 62, 64, 66) керування здійснюють одночасно для елементів першого (22) та другого (24) рядів, при цьому зазначені перші елементи кожного ряду входять у той самий стовпець, і зазначені другі елементи кожного ряду також входять у той самий стовпець, при цьому другі елементи кожного ряду виконані з можливістю подачі сигналів протилежної полярності при виявленні дефекту.

2. Система дефектоскопії, яка містить вихорострумовий дефектоскоп (10) типу «роздільний випромінювач-приймач» для виявлення поверхневих дефектів, що містить матрицю вимірювальних елементів, розподілених по рядах та стовпцях, при цьому зазначена матриця містить щонайменше один перший та один другий паралельні ряди (22, 24), кожний з яких містить щонайменше три суміжних і керованих вимірювальних елементи (C1-C12), та блок (12) багатоканального керування, виконаний з можливістю подачі команд керування на зазначені вимірювальні елементи, при цьому кожен елемент виконаний з можливістю почергового виконання функції створення струмів Фуко на поверхні досліджуваної металевої заготовки та функції виявлення струмів Фуко на зазначеній поверхні, яка **відрізняється** тим, що блок (12) багатоканального керування виконаний з можливістю:

подачі команд на перший та другий елементи одного ряду, відділені один від одного щонайменше одним неактивним вимірювальним елементом, при цьому перший елемент активують для генерування струмів Фуко на поверхні металевої заготовки, а другий елемент активують для виявлення струмів Фуко, генерованих першим елементом, проходження яких на поверхні змінюється через наявність поверхневих дефектів; подачі команд на елементи другого ряду аналогічно подачі команд на елементи першого ряду.

3. Система за п. 2, яка **відрізняється** тим, що дефектоскоп (10) містить основу (20), в якій

(13) C2

(11) 80504

(19) UA

встановлені в лінію зазначені щонайменше три елементи, при цьому основа (20) розміщена на відстані щонайменше трьох міліметрів від тестованої поверхні.

4. Система за п. 3, яка **відрізняється** тим, що містить пристрій (30) охолодження основи (20).

5. Система за п. 4, яка **відрізняється** тим, що пристрій (30) охолодження містить контур циркуляції охолодного текучого середовища, що проходить уздовж основи (20).

6. Система за п. 5, яка **відрізняється** тим, що пристрій (30) охолодження містить щонайменше одну тонку пластину (40) з керамічного матеріалу,

установлену напроти основи (20) з можливістю створення простору для циркуляції охолодного текучого середовища.

7. Система за п. 2, яка **відрізняється** тим, що кожен елемент першого ряду (22) є суміжним з елементом другого ряду (24) і виконаний з можливістю активування для подачі сигналу з полярністю, протилежною полярності сигналу, що подається суміжним елементом другого ряду, при цьому блок (12) керування виконаний з можливістю активування других елементів першого та другого рядів таким чином, щоб вони генерували сигнали протилежної полярності.

Даний винахід стосується виявлення поверхневих дефектів на слябі або, в цілому, на безперервнолитій металевій заготовці, зокрема, зі сталі.

Зокрема, винахід стосується виявлення поверхневих дефектів на безперервнолитій металевій заготовці за допомогою дефектоскопа з використанням струмів Фуко, який включає окремо виконані випромінювач та приймач, установлені навпроти та поблизу досліджуваної поверхні.

З документа FR 84 14435 відомий дефектоскоп такого типу, називаний також «вихорострумовим дефектоскопом з анізотропними зондами», в якому зондами є роздільні випромінювач та приймаюча котушки, установлені на відстані одна від одної на лінії, спрямованій перпендикулярно до напрямку руху сляба, що проходить униз. Такий дефектоскоп має чутливість до змін руху струмів Фуко, що відбуваються в результаті наявності поперечного дефекту великої довжини на поверхні досліджуваного виробу. Таким чином, він дозволяє розпізнавати поперечні тріщини на бортових кромках, тому що індуковані струми, які наводяться його магнітним полем під випромінювачем, не доходять до приймача при відсутності з'єднаних один з одним дефектів.

Разом з тим, оскільки відстань, що розділяє випромінювач та приймаючу котушки, є фіксованою в силу конструктивного рішення, то можна пропустити короткі тріщини, якщо не сканувати досить велику бортову область сляба або шляхом численних проходів дефектоскопа з відповідним регульованим бічним покроковим зсувом, або за рахунок використання декількох дефектоскопів, розміщених поруч один з одним таким чином, щоб весь їхній комплекс покривав тестовану область.

Задачею даного винаходу є рішення цих проблем за рахунок застосування нових технологій швидкісного одержання зображень із використанням касет (або рядів) з елементарних міні-котушок (або елементів), установлених в лінію та активованих роздільно за допомогою програмованого мультиплексорного пристрою. Приклади вихорострумових дефектоскопів такого

типу можна знайти в таких документах: FR 9300984, US 6339327 або US 5237271, де їх використовують для дефектоскопії металевих плит, листів, штаб або пластин в самих різних областях техніки.

Залежно від способу активації, кожен елемент може генерувати або виявляти струми Фуко на поверхні досліджуваного металевого виробу. За рахунок цього, подаючи команду на перший або на другий суміжні елементи ряду, з яких перший генерує струми Фуко, а другий їх виявляє, можна виявити під дефектоскопом наявність або відсутність видовжених поверхневих дефектів, що поширюються від одного до іншого. Від одного суміжного елемента до іншого пара активованих елементів зміщується на один елемент по ряду при кожному повторі цього етапу подачі команди таким чином, щоб сканувати та досліджувати всю поверхню металевої плити, що знаходиться напроти цього ряду елементів, не переміщаючи при цьому ні досліджуваної плити, ані дефектоскопа. Щоб одержати гарне просторове розрізнення та мати можливість виявляти дефекти розміром близько кількох міліметрів, розмір елементів, які в основному мають квадратну форму, повинен становити близько декількох квадратних міліметрів.

Металеві плити, досліджувані за допомогою таких дефектоскопів, повинні бути гладкими, а вимірні елементи розміщують на відстані менше 1,5 міліметра від поверхні досліджуваної плити. На такій відстані від поверхні плити дефектоскопи швидко та точно виявляють будь-який поверхневий дефект, що викликає переривання електричної провідності. Однак, всі спроби використати ці ж дефектоскопи для виявлення тріщин на поверхні сталевих слябів, що виходять безпосередньо з установки безперервного лиття, дотепер, наскільки відомо заявникові, виявлялися безуспішними. Дійсно, нерівності поверхні сляба, а також висока температура цього сляба, що, як правило, перевищує 550°C, не дозволяють утримувати дефектоскоп протягом тривалого часу на відстані менше 1,5мм від досліджуваної поверхні.

Задачею даного винаходу є усунення цього

недоліку та одержання технічного рішення, що дозволяє використати вихорострумний дефектоскоп з рядами елементів, керованих багатоканальним способом, на металевій безперервно литій заготовці.

У зв'язку із цим, об'єктом винаходу є спосіб виявлення поверхневих дефектів металевій безперервнолитої заготовки за допомогою вихоротокового дефектоскопа типу «роздільного випромінювача-приймача» з рядами встановлених в лінію суміжних вимірювальних елементів, керованих роздільно за допомогою мультиплексорного пристрою, при цьому досліджуваний виріб витягнтий по відношенню до дефектоскопа, який відрізняється тим, що дефектоскоп включає матрицю вимірювальних елементів, розподілених по рядах та стовпцях, при цьому зазначена матриця включає, щонайменше, один перший та один другий паралельні ряди, кожний з яких включає, щонайменше, три вимірювальних елементи, при цьому мультиплексорний пристрій регулюють відповідно до послідовних етапів керування таким чином, щоб:

- на етапі керування активувати перший та другий елементи в кожному ряді, відділені один від одного, щонайменше, одним неактивним елементом, при цьому на перший елемент подають команду для генерування струмів Фуко на поверхні зазначеної металевій заготовки, на другий елемент подають команду для виявлення струмів Фуко, генерованих першим елементом, проходження яких на поверхні зазнає змін через наявність поверхневих дефектів, при цьому після закінчення заздалегідь визначеного проміжку часу обидва елементи дезактивують, і зазначений етап керування повторюють для двох наступних елементів, зміщених, щонайменше, на один елемент уздовж цього ж ряду стосовно двох дезактивованих елементів, і так далі до завершення тестування всієї зони досліджуваної поверхні,

- причому зазначений етап керування здійснюють одночасно для елементів першого та другого рядів, при цьому зазначені перші елементи кожного ряду входять у той самий стовпець, а зазначені другі елементи кожного ряду також входять у той самий стовпець, при цьому другі елементи кожного ряду виконані з можливістю подачі сигналів протилежної полярності при виявленні дефекту.

Інакше кажучи, елемент, що створює струми Фуко, повинен бути обов'язково відділений від елемента, що їх виявляє, у цьому ж ряді, щонайменше, одним неактивним елементом. Дійсно, було виявлено, що збільшення відстані між двома випромінюючими/приймаючими елементами дозволяє збільшити відстань між цими елементами та тестованою поверхнею, зберігаючи при цьому ефективність елементів, достатню для даного варіанта застосування. З'являється можливість використання елементів на відстані більше 1,5 міліметра від поверхні сляба, що дозволяє використовувати ці дефектоскопи для виявлення поверхневих тріщин на металевих слябах, одержуваних

безпосередньо шляхом безперервного лиття.

Крім того, етап керування здійснюють одночасно та зовсім однаково на двох сусідніх рядах, при цьому пари активних елементів в другому ряді виконують із можливістю подачі сигналів зворотної полярності по відношенню до пари активних елементів першого ряду, що дозволяє шляхом додавання сигналів уникнути неминучих перешкод, які виникають, наприклад, від нерівностей на поверхні сляба, що відливається, та видавати контролерові досить чистий сигнал виявлення дефектів з мінімальним фоновим шумом.

Об'єктом даного винаходу є також система дефектоскопії, що включає вихорострумний дефектоскоп типу «роздільних випромінювача/приймача» для виявлення поверхневих дефектів, який включає, щонайменше, два ряди, кожний з яких включає, щонайменше, три суміжні та керованих вимірювальних елементи, та блок багатоканального керування, виконаний з можливістю подачі команд керування на зазначені вимірювальні елементи, при цьому кожен елемент виконаний з можливістю створення та виявлення струмів Фуко, яка відрізняється тим, що обидва ряди елементів розташовують поруч один з одним та паралельно один одному, і тим, що зазначений блок керування включає мультиплексор, виконаний з можливістю подачі команд на перший та другий елементи одного ряду, відділені один від одного, щонайменше, одним неактивним вимірювальним елементом, та подачі команд у такий саме спосіб, але зі зворотною полярністю, на відповідні аналогічні пари елементів другого ряду.

Відповідно до інших істотних відмітних ознак системи відповідно до даного винаходу:

- дефектоскоп включає плоску основу, в якій встановлюють зазначені ряди елементів врівень з його поверхнею, при цьому зазначена основа призначена для розміщення на відстані, щонайменше, трьох міліметрів від тестованої поверхні;

- дефектоскоп включає контур охолодження основи за допомогою циркуляції текучого середовища;

- контур охолодження включає, щонайменше, одну тонку пластину з керамічного матеріалу, установлену напроти основи з можливістю створення простору для циркуляції охолодного текучого середовища.

Даний винахід та його інші відмітні ознаки та переваги будуть більш очевидні з нижченаведеного опису, представленого як приклад, з посиланнями на прикладені креслення, на яких:

Фіг.1 - схематичний вид системи дефектоскопії відповідно до даного винаходу;

Фіг.2 - вид у вертикальному розрізі вихоротокового дефектоскопа, застосовуваного в системі, показаний на Фіг.1;

Фіг.3 - схематичний вид активної частини дефектоскопа, показаного на Фіг.2, відповідно до даного винаходу;

Фіг.4 - блок-схема способу виявлення

поверхневих дефектів у відповідності до даного винаходу.

На Фіг.1 показана система 2 поверхневої дефектоскопії сталевого сляба 4, який виходить безпосередньо з установки безперервного лиття. Сляб 4 розташований горизонтально і саме в такому положенні повільно рухається (зі швидкістю небагато більше 1м/хв.), проходячи під дефектоскопом 2. Для спрощення креслення на Фіг.1 показаний тільки лівий верхній край цього сляба 4.

Сляб 4 є безперервнолитою металевою заготовкою.

В тому місці, де знаходиться система 2 дефектоскопії, сляб звичайно має температуру, яка усе ще перевищує 550°C. Його верхня поверхня, що знаходиться напроти дефектоскопа 2, є нерівною і включає численні шорсткості та локальні рельєфні виступи, такі як відбитки від зворотного-поступального руху кристалізатора або «острівки» окалини, а також, можливо, витягнуті дефекти поверхні, такі як поперечні тріщини, різні розриви та заглибини. Ці поверхневі дефекти приводять до локального розриву провідності поверхні сляба 4. Необхідно відзначити, що цей розрив провідності не обов'язково означає наявність розламу на поверхні сляба 4. У цьому випадку показана тільки поперечна тріщина 6. Цю тріщину 6 називають поперечною, тому що вона розташована перпендикулярно напрямку руху сляба 4. На Фіг.1 напрямок руху сляба 4 показано стрілкою F.

Для полегшення установки системи 2 дефектоскопії в середовищі, де температура перевищує 550°C, жодна з її деталей не є рухомою, і тільки сляб 4 поступально рухається під цією системою в напрямку переміщення F.

Система 2 включає дефектоскоп 10, блок 12 керування дефектоскопом, а також насос 14 для нагнітання охолодного текучого середовища. Дефектоскоп 10 виконаний з можливістю виявлення дефектів провідності на поверхні сляба 4 за допомогою струмів Фуко. Оскільки принцип роботи такого дефектоскопа відомий, його докладний опис опускається. Наприклад, читач може звернутися до європейської заявки EP 0195794 для одержання інформації про принципи роботи таких дефектоскопів.

У цьому випадку дефектоскоп 10 має форму прямокутного паралелепіпеда, який розташований перпендикулярно до напрямку переміщення F і одна із граней якого (називана «активною гранню», тому що на її поверхню виходять вимірювальні елементи) розташована паралельно поверхні сляба 4. Цей дефектоскоп 10 розміщують таким чином, щоб його активна грань перекривала край сляба 4, забезпечуючи постійне тестування краю, навіть коли рухома заготовка трохи відхиляється в бічному напрямку під час свого переміщення.

Як показано на Фіг.2, активна грань 20 дефектоскопа утворена основою 20, в якій установлені вимірювальні елементи 21.

Нижня поверхня цієї основи 20 показана на Фіг.3. Це основа 20 включає, наприклад, два ідентичних ряди 22 і 24 абсолютно однакових

вимірювальних елементів 21. Ці два ряди розташовані паралельно один одному в напрямку довжини дефектоскопа 10. Ці ряди 22 та 24 розташовують максимально близько один до одного таким чином, щоб їхні відповідні елементи були розташовані поруч один з одним та торкалися один одного, щонайменше, з однієї сторони.

Для спрощення креслення в кожному ряді показані тільки шість вимірювальних елементів 21. В дійсності ряд може містити до тридцяти двох елементів і навіть більше. У цьому випадку елементи ряду 22 позначені по порядку знизу угору, відповідно, позиціями C1, C3, C5, C7, C9 та C11. Аналогічно, елементи ряду 24 позначені по порядку знизу угору, відповідно, позиціями C2, C4, C6, C8, C10 та C12.

Кожний з вимірювальних елементів 21 виконаний таким чином, щоб при подачі команди із блоку 12 виконувати функцію або випромінюючого елемента, або приймаючого елемента.

Коли елемент 21 виконує функцію випромінюючого елемента, він може створювати струми Фуко на поверхні сляба 4. Для цього кожен елемент включає обмотку 26, яка живиться змінним струмом. Вісь цієї обмотки 26 перпендикулярна до активної грані дефектоскопа 10.

Коли елемент виконує функцію приймаючого елемента, він може виявляти струми Фуко на поверхні сляба 4 тільки в тому випадку, коли струми Фуко, створені випромінюючим елементом, відхилилися убік приймаючого елемента поверхневим дефектом, що поширюється від одного елемента до іншого, згідно з вже згаданим принципом, розкритим в EP 0195794. Для цього обмотка 26 утворює замкнуте електричне коло, використовуване для виявлення електромагнітних полів.

Як уже було зазначено, суміжні елементи рядів 22 та 24 можуть бути змонтовані за диференціальною схемою відносно один одного на двох рядах таким чином, щоб уникнути погіршностей виміру або виявлення через нерівності поверхні сляба 4, таких як відбитки від зворотного-поступального руху кристалізатора. Зокрема, елементи кожного ряду 22 та 24, які виконують функцію приймаючих елементів, можуть генерувати сигнали виявлення поверхневого дефекту із протилежною полярністю. В результаті цього, коли приймаючий елемент ряду 22 виявляє дефект, він генерує сигнал, наприклад, позитивної полярності, тоді як відповідний приймаючий елемент ряду 24 генерує сигнал негативної полярності, виявивши той самий дефект.

У цьому випадку, як правило, елементи 21 примикають один до одного, а обмотки 26 суміжних елементів відділені одна від одної проміжком X, меншим 0,5мм, який, краще, дорівнює приблизно 0,2мм. Така близькість різних обмоток 26 дозволяє забезпечити майже безперервне сканування та тестування поверхні сляба по всій довжині рядів 22 та 24.

Щоб максимально збільшити загальну

чутливу поверхню дефектоскопа, елементи 21 мають квадратну форму, таку ж форму має їхня внутрішня обмотка 26. Крім того, щоб виявляти поверхневі дефекти або тріщини, довжина яких ледь перевищує 4 міліметри, кожна з обмоток має квадратний перетин $4 \times 4 \text{ мм}^2$.

Для захисту основи 20 від перегріву дефектоскоп 10 також обладнаний пристроєм 30 (Фіг.2) охолодження основи 20. Цей пристрій включає контур 32 циркуляції охолодного текучого середовища. Цей контур 32 опускається уздовж вертикальної стінки 36 дефектоскопа 10, проходить під основою 20 та піднімається уздовж іншої вертикальної стінки 38 дефектоскопа 10. Для формування частини контуру 32, що проходить під основою 20, пристрій 30 включає прямокутну тонку пластину 40, установлену навпроти та паралельно основі 20, захищаючи вимірювальні елементи. Цю тонку пластину виконують, наприклад, з керамічного матеріалу, який пропускає електромагнітні хвилі, що генеруються та приймаються обмотками 26 різних вимірювальних елементів. Ця тонка пластина 40 відстоїть, наприклад, приблизно на 1 міліметр від поверхні основи 20. Вона утримується на місці за допомогою двох горизонтальних лапок 42 та 44, закріплених уздовж її більших сторін. Лапки 42 та 44 виконані з можливістю ковзання по поверхні сляба 4 на зразок лиж. Кожна із цих горизонтальних лапок 42 та 44 нерухомо з'єднана з вертикальною металевою пластиною 46 та 48, відповідно.

Пластини 46 та 48 установлені уздовж стінок 36 та 38 дефектоскопа 10. Вони відстоять від вертикальних стінок 36 та 38, утворюючи простір для контуру 32. Для забезпечення термостійкості лапки 42 та 44, а також пластини 46 та 48 виконують, наприклад, з нержавіючої сталі. Товщину лапок 42 та 44, а також товщину тонкої пластини 40 та «товщину» контуру 32 під основою 20 вибирають таким чином, щоб висота Н, що відокремлює основу 20 від верхньої поверхні сляба 4, перевищувала або була рівною трьом міліметрам і, краще, перевищувала 4 міліметри.

Стрілки в контурі 32 показують напрямок циркуляції охолодного текучого середовища. У цьому випадку охолодним середовищем є вода. Кожен кінець контуру 32 з'єднаний з насосом 14, виконаним з можливістю забезпечення циркуляції охолодного середовища в контурі 32.

Блок 12 керування є мультиплексором, виконаним з можливістю індивідуального керування кожним з елементів основи 20. Цей блок керування виконують, наприклад, на основі звичайного програмованого електронного обчислювального пристрою, з'єданого із запам'ятовувальним пристроєм 50, в якому записані дані для виконання способу, показаного на Фіг.4.

Далі з посиланням на Фіг.4, що показує спосіб відповідно до даного винаходу, наведений опис роботи системи. Під час роботи системи 2 сляб 4 рухається горизонтально під дефектоскопом 10 в напрямку стрілки F. Коли бортова тріщина б проходить під основою 20, один з елементів ряду

24 виявляє цю тріщину та генерує відповідний сигнал. Після цього тріщину б виявляє, щонайменше, один з елементів іншого ряду 22, який також генерує відповідний сигнал, але протилежної полярності.

Роботою дефектоскопа 10 управляє мультиплексор 12, який включає множину часових віконць, при цьому кожне часове віконце відповідає встановленому інтервалу часу. В кожному часовому віконці активується тільки пара елементів ряду 22 та пара елементів ряду 24, тоді як всі інші елементи рядів 22 та 24 залишаються неактивними. В неактивному стані обмотка 26 елементів розімкнута. Це дозволяє уникнути проблем перехресних перешкод між обмотками 26 різних елементів.

Зокрема, щоб дефектоскоп 10 міг працювати надійно на відстані більше трьох міліметрів від поверхні сляба 4, блок 12 керування діє в такий спосіб. При проходженні першого часового віконця на етапі 60 блок 12 активує елементи С1 та С2 як випромінюючі елементи, щоб вони генерували струми Фуко на верхній поверхні сляба 4. У той же час блок 12 активує елементи С5 та С6 як приймаючі елементи, щоб вони виявляли струми Фуко на поверхні сляба 4. При такому керуванні дефектоскопом 10 між випромінюючими та приймаючими елементами знаходиться неактивний елемент, у цьому випадку елементи С3 та С4. Під час проходження першого часового віконця проміжок між випромінюючими та приймаючими елементами перевищує, таким чином, чотири міліметри.

Експериментальним шляхом було встановлено, що висота, на якій може бути розміщена основа 20 відносно поверхні сляба, збільшується пропорційно проміжку між випромінюючими елементами та приймаючими елементами. Таким чином, при утворенні на етапі 60 проміжку між випромінюючими елементами та приймаючими елементами, щонайменше, рівного чотирьом міліметрам, робота дефектоскопа 10 не погіршується, в той час як він знаходиться на відстані приблизно в три міліметри від поверхні, на якій він повинен виявляти дефекти.

Після цього, при проходженні другого часового віконця на етапі 62 блок 12 активує елементи С3 та С4 і елементи С7 та С8 таким чином, щоб елементи С3 та С4 працювали одночасно як випромінюючі елементи, а елементи С1 та С8 працювали одночасно як приймаючі елементи. У цей же час інші елементи і, зокрема, раніше активовані елементи, тобто елементи С1, С2, С5, С6, стають неактивними.

При проходженні наступного, третього часового віконця етап 62 повторюється під час етапу 64 зі зсувом активованих елементів на один елемент угору. Таким чином, під час цього етапу 64 як випромінюючі елементи працюють елементи С5 та С6, а елементи С9 та С10 працюють як приймаючі елементи.

При проходженні наступного часового віконця блок 12 здійснює етап 66, ідентичний попередньому, за винятком того, що активуються елементи С7, С8, С11 та С12. Після цього процес повертається до етапу 60.

Етапи 60, 62, 64 та 66 повторюються, поки працює система 2. Таким чином, відзначається, що, зміщаючи на один елемент активовані елементи під час кожного з етапів 60, 62, 64 та 66, можна відсканувати всю ділянку поверхні сляба, що знаходиться напроти основи 20, з підвищеним розрізненням, тому що перетин елементів становить близько 4мм^2 , не переміщаючи при цьому дефектоскоп 10.

Таким чином, цей спосіб керування дозволяє виявляти з гарним розрізненням дефекти на поверхні шириною, що відповідає довжині дефектоскопа, причому під час одного проходу під дефектоскопом. Іншою перевагою системи 2 є те, що вона не реагує на положення краю сляба 4 відносно положення основи 20. Інакше кажучи, вимірювальні елементи основи 20, які знаходяться за межами поверхні сляба, тобто, за межами верхнього краю сляба 4, ніяк не заважають роботі дефектоскопа 10, і тому немає необхідності точно позиціювати сляб 4 напроти цього дефектоскопа 10.

Робота системи 2 описана для конкретного випадку, коли при проходженні кожного часового віконця випромінюючі та приймаючі елементи розділені тільки одним неактивним елементом. Щоб збільшити проміжок між випромінюючими та

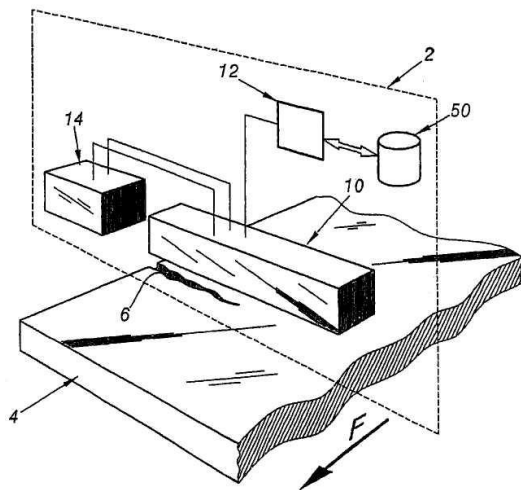
приймаючими елементами і, таким чином, мати можливість розмістити дефектоскоп 10 на ще більшій відстані H від поверхні сляба, у варіанті випромінюючі та приймаючі елементи одного ряду можуть бути відділені один від одного одним, двома, трьома, чотирма або п'ятьма неактивними елементами.

Крім того, можна розширити можливості пристрою, передбачивши число рядів елементів більше двох.

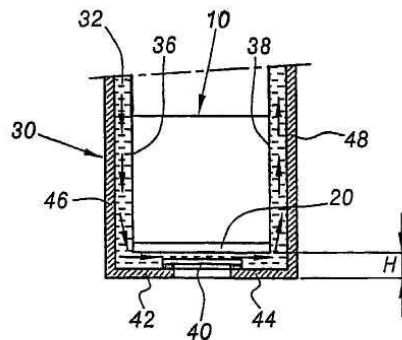
Крім того, немає необхідності, щоб ряди елементів були суміжними. Між ними можна передбачити проміжок.

Система 2 була описана для окремого випадку, коли її поміщають у середовище з температурою, що перевищує 550°C . Цю ж систему, зрозуміло, можна використовувати для тестування сляба при навколишній температурі. У цьому варіанті пристрій 30 охолодження основи стає непотрібним, і від нього можна відмовитися.

Система 2 була описана для окремого випадку, коли обмотки мають перетин 16мм^2 . У варіанті та залежно від довжини дефектів кожна обмотка може мати витягнутий і навіть строго прямокутний перетин, при цьому мала та велика сторони цього прямокутника мають довжину, що знаходиться в межах від 2 до 10мм.



ФІГ. 1

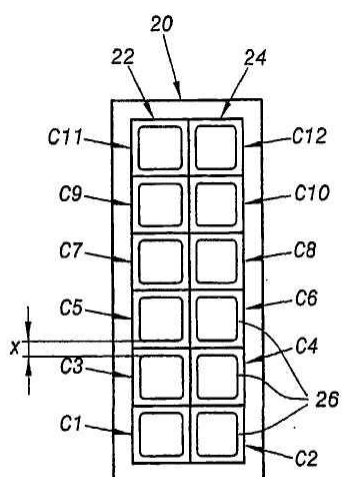


ФІГ. 2

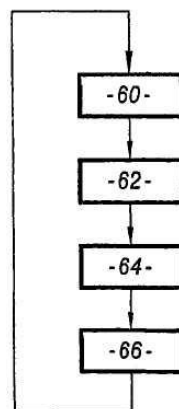
13

80504

14



ФІГ. 3



ФІГ. 4